

Validierung* des vegetativen und generativen Wuchszustands von Reben in variierenden Bewirtschaftungs- und Stressbelastungssystemen

* Validierung ist eine Bestätigung durch Bereitstellung eines objektiven Nachweises, dass die Anforderungen für einen spezifischen beabsichtigten Gebrauch oder eine spezifische Anwendung erfüllt worden sind

Vom Fachbereich VI Raum- und Umweltwissenschaften der Universität Trier
zur Verleihung des akademischen Grades

‘Doktor der Naturwissenschaften’ (Dr. rer. nat.)

genehmigte Dissertation.

Matthias Porten

geboren am 27.04.1968 in Trier-Ehrang

Datum der wissenschaftlichen Aussprache: Trier, den 26. November 2020

Dekan: Prof. Dr. T. Udelhoven

1. Berichterstatter: Prof. Dr. J.B. Ries
2. Berichterstatter: Prof. Dr. Th. Udelhoven
3. Berichterstatter: Prof. Dr. F. Thomas
Prof. Dr. A. Forneck
Auswärtige Berichterstatterin

1	Einleitung	1
2	Material und Methode	4
2.1	Allgemeine oenologische Untersuchungsmethoden	4
2.1.1	Jährlicher Anschnitt der Reben	4
2.1.2	Relative Anschnitt	6
2.1.3	Triebzahl	6
2.1.4	Relative Triebzahl	6
2.1.5	Triebhängen	7
2.1.6	Gipfellaubgewicht	7
2.1.7	Blattchlorophyllgehalt	8
2.1.8	Beeren- und Traubenparameter	8
2.1.9	Mostparameter	8
2.1.10	Ertragsparameter	9
2.1.11	Relative Ertragsparameter	9
2.1.12	Schnittholzgewicht	9
2.1.13	Blattnährstoffanalysen	10
2.2	Bodenkundliche Untersuchungsmethoden	11
2.2.1	Bodennährstoffgehalte	11
2.3	Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für Rebwuchs und Reblauspopulationen	12
2.3.1	Reblausbonitursystem: Bestandteile, Versuchsaufbau und Probennahme	12
2.3.2	Rebwuchsbonitursystem: Bestandteile, Versuchsaufbau und Probennahme	14
2.4	Die Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in Ertragsanlagen	18
2.4.1	Versuchsaufbau und Probennahme	18
2.5	Standortbeschreibungen mit Angaben zur Bearbeitung der Versuchsflächen	28
2.6	Statistische Methoden	38
3	Ergebnisse	40
3.1	Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für den Rebwuchs	40
3.1.1	Rebwuchsbonitursystem	40
3.1.1.1	Faktorenanalyse zum Rebwuchsbonitursystem	40

3.1.1.2	Zusammenhang zwischen Wuchsklassen Rebwuchsbonitursystem und untersuchten vegetativen und generativen Parameter der Rebe	41
3.1.1.3	Anwendungsbeispiele zur Validierung des Rebwuchsbonitursystem	58
3.1.1.4	Beschreibung des Rebwuchsbonitursystem	71
3.2	Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für Reblauspopulationen	96
3.3	Die Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in Ertragsanlagen	100
3.3.1	Die Versuchsfläche Geisenheim	100
3.3.1.1	Die Nährstoffversorgung	100
3.3.1.1.1	Bodennährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999	100
3.3.1.1.2	Blattnährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999	111
3.3.1.2	Die vegetative und generative Leistung der Reben	128
3.3.1.2.1	Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999	128
3.3.1.2.2	Relativer Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999	130
3.3.1.2.3	Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999	132
3.3.1.2.4	Relative Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999	134
3.3.1.2.5	Triebhängen in den Jahren 1998 und 1999	136
3.3.1.2.6	Triebhängenzuwachs in den Jahren 1998 und 1999	140
3.3.1.2.7	Gipfellaubgewicht in den Jahren 1998 und 1999	143
3.3.1.2.8	Chlorophyllgehalt in den Jahren 1998 und 1999	145
3.3.1.2.9	Beeren- und Traubenparameter in den Jahren 1998 und 1999	148
3.3.1.2.10	Mostparameter in den Jahren 1998 und 1999	150
3.3.1.2.11	Ertragsparameter in den Jahren 1998 und 1999	152
3.3.1.2.12	Relativer Ertrag in den Jahren 1998 und 1999	154
3.3.1.2.13	Relative Traubenanzahl in den Jahren 1998 und 1999	156
3.3.1.2.14	Teilschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999	159

3.3.1.2.15	Gesamtschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999	162
3.3.1.3	Die Wuchsstärke der Reben in den Jahren 1997 bis 1999	165
3.3.1.4	Der Reblausbefall in den Jahren 1998 und 1999	172
3.3.2	Die Versuchsfläche Kiedrich 1	180
3.3.2.1	Die Nährstoffversorgung	180
3.3.2.1.1	Bodennährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999	180
3.3.2.1.2	Blattnährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999	191
3.3.2.2	Die vegetative und generative Leistung der Reben	205
3.3.2.2.1	Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999	205
3.3.2.2.2	Relativer Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999	208
3.3.2.2.3	Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999	210
3.3.2.2.4	Relative Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999	212
3.3.2.2.5	Triebhöhen in den Jahren 1998 und 1999	216
3.3.2.2.6	Triebhöhenzuwachs in den Jahren 1998 und 1999	220
3.3.2.2.7	Gipfellaubgewicht in den Jahren 1998 und 1999	224
3.3.2.2.8	Chlorophyllgehalt in den Jahren 1998 und 1999	226
3.3.2.2.9	Beeren- und Traubenparameter in den Jahren 1998 und 1999	229
3.3.2.2.10	Mostparameter in den Jahren 1998 und 1999	231
3.3.2.2.11	Ertragsparameter in den Jahren 1998 und 1999	234
3.3.2.2.12	Relativer Ertrag in den Jahren 1998 und 1999	237
3.3.2.2.13	Relative Traubenanzahl in den Jahren 1998 und 1999	240
3.3.2.2.14	Teilschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999	242
3.3.2.2.15	Gesamtschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999	245
3.3.2.3	Die Wuchsstärke der Reben in den Jahren 1997 bis 1999	247
3.3.2.4	Der Reblausbefall in den Jahren 1998 und 1999	253

4 Diskussion	259
4.1 Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für den Rebwuchs	259
4.1.1 Bewertung des Wuchsbonitursystems	259
4.1.1.1 Die Differenzierung der Wuchsklassen durch das Schnittholzgewicht	260
4.1.1.2 Die Differenzierung der Wuchsklassen durch den Stockertrag	261
4.1.1.3 Die Differenzierung der Wuchsklassen durch den Chlorophyllgehalt der Reblätter, die Kümmertriebzahl und das Mostgewicht	263
4.1.1.4 Zusammenfassung zur Bewertung des Wuchsbonitursystems	265
4.1.2 Anwendungsbeispiele zur Evaluierung des Wuchsbonitursystems	266
4.1.2.1 Rebwuchsbeurteilung anhand der Einzelstockwuchsbonitur bei den Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 über einen Zeitraum von 12 Jahren	266
4.1.2.2 Rebwuchsbeurteilung anhand der Flächenkoturplots des Rebwuchses bei den Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 über einen Zeitraum von 12 Jahren	269
4.1.2.3 Ermittlung der Ertragsminderung bzw. -steigerung zur Differenzierung der Wuchsboniturstufen	273
4.1.2.4 Rebwuchsbeurteilung in Adaptionanlagen	276
4.1.2.5 Zusammenfassung zu den Anwendungsbeispielen	278
4.1.3 Beschreibung des Wuchsbonitursystems und der Wuchsboniturstufen	279
4.2 Reblausbonitursystem	287
4.3 Die Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in den Versuchsanlagen, dargestellt anhand der Versuchsparameter	293
4.3.1 Grundlegende Einflussfaktoren auf den Wuchs der Reben	293
4.3.1.1 In welcher Weise beeinflusst der Anschnitt der Versuchsflächen den Wuchs der Reben	305
4.3.1.1.1 Der Einfluss des Anschnitts auf der Versuchsfläche Geisenheim auf den Wuchs der Reben	305

4.3.1.1.2	Der Einfluss des Anschnitts auf der Versuchsfläche ‚Kiedrich 1‘ auf den Wuchs der Reben	308
4.3.1.1.3	Bewertung des Einflusses des Anschnitts auf den Versuchsflächen auf den Wuchs der Reben	310
4.3.1.2	Die Triebzahl als Einflussfaktor auf den Wuchs der Reben	310
4.3.1.2.1	Die Triebzahl auf der Versuchsfläche Geisenheim als Einflussfaktor auf den Wuchs der Reben	311
4.3.1.2.2	Die Triebzahl auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Einflussfaktor auf den Wuchs der Reben	313
4.3.1.2.3	Bewertung des Einflusses der Triebzahl auf den Versuchsflächen auf den Wuchs der Reben	316
4.3.1.3	Die Triebblängen als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	316
4.3.1.3.1	Der Parameter Triebblängen auf den Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 als Grundlage für den Wuchs der Reben	319
4.3.1.3.2	Bewertung Triebblängen auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	322
4.3.1.4	Das Gipfellaubgewicht als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	322
4.3.1.4.1	Der Parameter Gipfellaubgewicht auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	323
4.3.1.4.2	Der Parameter Gipfellaubgewicht auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	324
4.3.1.4.3	Bewertung des Gipfellaubgewichts auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	326
4.3.1.5	Die Chlorophyllmessung als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	326
4.3.1.5.1	Der Parameter Chlorophyllvergleichswert auf der Versuchsfläche Geisenheim als	

	Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	327
4.3.1.5.2	Der Parameter Chlorophyllvergleichswert auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	330
4.3.1.5.3	Bewertung der Chlorophyllvergleichsmessungen auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	332
4.3.1.6	Die Beeren- und Traubenparameter als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	333
4.3.1.6.1	Die Beeren- und Traubenparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	335
4.3.1.6.2	Die Beeren- und Traubenparameter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	337
4.3.1.6.3	Bewertung Traubenparameter auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	339
4.3.1.7	Die Mostparameter als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	339
4.3.1.7.1	Die Mostparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	341
4.3.1.7.2	Die Mostparameter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	343
4.3.1.7.3	Bewertung der Mostparameter auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	346
4.3.1.8	Die Ertragsparameter als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	346
4.3.1.8.1	Die Ertragsparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	348
4.3.1.8.2	Die Ertragsparameter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	350

4.3.1.8.3	Bewertung der Ertragsparameter auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	353
4.3.1.9	Der relative Ertrag als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	354
4.3.1.9.1	Der relative Ertrag auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	355
4.3.1.9.2	Der relative Ertrag auf der Versuchsfläche Kiedrich1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	356
4.3.1.9.3	Bewertung des relativen Ertrags auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	357
4.3.1.10	Die relative Traubenzahl als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	357
4.3.1.10.1	Die relative Traubenzahl auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	359
4.3.1.10.2	Die relative Traubenzahl auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	361
4.3.1.10.3	Bewertung der relativen Traubenzahl auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	362
4.3.1.11	Das Schnittholzgewicht als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	362
4.3.1.11.1	Das Schnittholzgewicht auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	364
4.3.1.11.2	Das Schnittholzgewicht auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	366
4.3.1.11.3	Bewertung der Schnittholzgewichte auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben	369
4.3.1.12	Die Boden- und Blattanalysen als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben	370
4.3.1.12.1	Die Bodenanalysen auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	375

4.3.1.12.2	Die Blattanalysen auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	380
4.3.1.12.3	Die Bodenanalysen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	385
4.3.1.14.4	Die Blattanalysen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben	392
4.3.1.12	Bewertung aller ermittelten Parameter hinsichtlich der Eignung, Wuchsunterschiede und Rückgangerscheinungen zu belegen	398
4.3.2	Der Wuchs und Reblausbefall auf den Versuchsflächen	400
4.3.2.1	Die Wuchsbonitur auf der Versuchsfläche Geisenheim	400
4.3.2.2	Die Wuchsbonitur auf der Versuchsfläche Kiedrich 1	403
4.3.2.3	Synthese zu den Arbeitshypothesen auf den Versuchsflächen hinsichtlich der Wuchsbonitur	408
4.3.2.4	Der Reblausbefall auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999	410
4.3.2.5	Der Reblausbefall auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999	417
4.3.2.6	Synthese zum Reblausbefall auf den Versuchsflächen	422
5	Zusammenfassung	423
6	Literatur	426
7	Abbildungsverzeichnis	473
8	Tabellenverzeichnis	483
9	Anhang	485

1 Einleitung

Vitaceae: Ausschließlich mehrjährige Arten; in Mitteleuropa nur sommergrüne Klettersträucher oder Lianen, meist mit Wickelranken (BLAICH 2000). Diese Kurzbeschreibung des natürlichen Wachses der Familie der Weinrebengewächse steht in starkem Gegensatz zu dem weltweit in Weinanbaugebieten zu beobachtendem Aussehen kultivierter Reben. Der durch Kulturmaßnahmen unbeeinflusste lianen- oder kletterstrauchartige Wuchs von Reben stellt dabei nicht nur eine zufällige Wuchsform einer spezifischen Pflanze dar, sondern hat auch Einfluss beispielsweise auf die Pathogen- und Herbivorenabwehr, ebenso wie auf die Fähigkeit neue Habitate zu besiedeln (TIBBETTS & EWERS 2000). Neben diesem, den Arten der Gattung *Vitis* eigenen Wuchs welcher vielfältige Rückschlüsse auf die natürliche Lebensweise dieser Pflanzen zulässt, wird die hohe Variabilität innerhalb dieser Gattung bereits durch einige der Artnamen beschrieben: *V. berlandieri* (Kalk-Rebe), *V. riparia* (Ufer-Rebe), *V. rupestris* (Sand-Rebe oder Fels-Rebe). Wie alle Pflanzen sind auch die Vertreter der Gattung *Vitis* verschiedensten mehr oder weniger variierenden Umweltfaktoren ausgesetzt. Hierzu zählen beispielsweise die durch die geographische Lage bedingten klimatischen Gegebenheiten (HOPPMANN, D. (1994)) oder die an einem Standort gegebene Bodenart. In kommerziell genutzten Rebanlagen wirkt aber eine Vielzahl weiterer Faktoren auf diese Nutzpflanzen ein, welche durch die auf Ertrags- und Qualitätsparameter abzielenden Bewirtschaftungsformen zurückzuführen sind. Der Wuchs der Reben wird durch die 5 folgenden wesentliche Einflussfaktoren bestimmt: Lage (Kleinklima), Boden, Erziehung, Humusversorgung und Düngung sowie Standweite und Stockbelastung.

Die zu Beginn genannte hohe Variabilität in den Lebensansprüchen bzw. der Lebensweise innerhalb der Gattung *Vitis* beeinflusste den Weinbau über Jahrhunderte und sogar Jahrtausende nicht oder nur in sehr geringem Maße. Dies veränderte sich erst Ende des vorletzten Jahrhunderts als die Reblaus (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) aus ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet im östlichen Nordamerika in nahezu alle Weinanbaugebiete der Welt verschleppt wurde. Dieser Schädling führte zu bis dahin ungeahnten Veränderungen in der weinbaulichen Praxis und Forschung und zu der Einführung eines neuen, biotechnologischen Verfahrens, dem Einsatz von so genannten Pfropfreben. Bei den zur Erzeugung von Traubenprodukten wie Wein- oder Tafeltrauben genutzten Rebsorten handelt es sich um Varietäten der Art *V. vinifera*, der so genannten Europäerrebe. Diese *Vitis*-Art ist gegenüber einem Reblausbefall an den Blättern weitgehend tolerant. An den

Wurzeln hingegen verursacht die Saugtätigkeit der Reblaus schnabelartige Verdickungen an Frischwurzeln (Nodositäten) sowie Wucherungen an Altwurzeln (Tuberositäten). Die Folge können Wuchsdepressionen und sogar ein Absterben befallener Rebstöcke sein. Bei ihrem ersten Auftreten in europäischen Weinanbaugebieten führte dies zum Absterben tausender Hektar Rebfläche was den europäischen Weinbau nahezu zum Erliegen brachte. In den Jahrzehnten nach ihrer Verschleppung wurden unzählige Forschungsarbeiten zur Biologie und der Schadwirkung der Reblaus durchgeführt. Das Ausmaß der durch die Reblaus ausgelösten historischen Ereignisse sowie die Zahl der durchgeführten Arbeiten sind zu umfassend um hier auch nur in Kürze beschrieben werden zu können. Einen kleinen Einblick in die damalige Forschung und ihre Auswirkungen auf den Weinbau der letzten 140 Jahre bieten verschiedene Autoren wie beispielsweise ORDISH (1987). Die Forschungsarbeiten dieser Zeit konnten aber auch zeigen, dass andere Vertreter der Gattung *Vitis*, die so genannten Amerikanerreben wie *V. riparia*, *V. berlandieri* oder *V. cinerea* einem Befall der Wurzeln mit Reblaus gegenüber weitaus toleranter sind. Zwar kann die Reblaus sich an vielen dieser *Vitis*-Arten ebenfalls ernähren und vermehren, es kommt in der Regel aber nicht zu Wuchsdepressionen oder einem Absterben der Rebstöcke. Andererseits sind die Blätter dieser Arten gegenüber Reblausbefall aber meist sehr anfällig. In dem in den letzten 140 Jahren entwickelten und in weiten Gebieten weltweit eingeführten Pfropfrebenanbau spielt diese Anfälligkeit der Blätter in gut bewirtschafteten Rebanlagen aber keine Rolle. Hier werden von den, gegenüber einem Reblausbefall an den Wurzeln toleranten *Vitis*-Arten bzw. deren Kreuzungen nur die unterirdisch vorkommenden Reborgane verwendet, während der oberirdische Teil einer Pfropfrebe aus einer aus *V. vinifera* hervorgegangenen Edelreissorte besteht. Da viele der reblautoleranten amerikanischen *Vitis*-Arten nicht an die unterschiedlichen, in Rebanlagen vorliegenden Böden angepasst sind, sind weltweit verschiedene Unterlagsrebsorten in Verwendung, welche unter den an den Standorten gegebenen Bodenbedingungen gedeihen. Diese beiden Faktoren, Reblaus und Unterlagsrebsorten stellen die zwei weiteren maßgeblichen Einflussfaktoren des Pfropfrebenanbaus dar, wobei alle der auf die Reben einwirkenden Einflüsse sich mehr oder weniger stark gegenseitig beeinflussen. Bei Rebanlagen handelt es sich daher um ein sehr künstliches System (Lianenpflanzen, Pfropfung, Monokultur) weshalb der Bewirtschaftung eine besondere Bedeutung hinsichtlich des vegetativen und generativen Zustands der Reben zukommt.

Die Reblaus selbst beeinflusst den modernen Weinbau aber nicht nur passiv hinsichtlich der präventiven Verwendung reblautoleranter Unterlagsorten. Zwar konnten die verheerenden Schäden, welches dieses Schadinsekt in wurzelecht gepflanzten *V. vinifera*-Rebanlagen Ende des vorletzten und Anfang des letzten Jahrhunderts verursacht hat unter Kontrolle gebracht werden. Wie sich in den letzten Jahrzehnten aber gezeigt hat, hat der Pfropfrebenanbau aber wider Erwarten nicht zu einem Rückgang der Reblausverbreitung oder gar zu deren Ausrottung geführt (FORNECK & HUBER 2009). Vielmehr werden seit ca. 1985 weltweit eine steigende Anzahl von Fällen beschrieben bei welchen Wuchsdepressionen und ein Absterben von Reben - auch in Pfropfrebenbeständen - mit einem Reblausbefall in Zusammenhang gebracht werden (KING & RILLING 1985, GRANETT et al. 1985, GRANETT & TIMPER 1987, PRESSER et al. 1993, OMER et al. 1995a,b, WEBER et al. 1996, JOHNSON et al. 1996, SOPP et al. 1997, 1998, PORTEN & HUBER 2003, HUBER et al. 2003a-c, HUBER et al. 2009).

Um Interaktionen zwischen Reblausbefall, Bewirtschaftungsart und Rebwuchs mit möglichen Rückgangerscheinungen zu erklären wurden auf Grundlage von Literaturlauswertungen und Voruntersuchungen im Jahr 1997 basierenden, diese beiden Arbeitshypothesen aufgestellt:

- a. Die in mit Unterlagsrebsorten der Kreuzung *V. berlandieri* x *V. riparia* zu beobachtenden Rückgangerscheinungen in Rebanlagen mit Reblausvorkommen werden nicht allein durch die Saugtätigkeit der Reblaus an den Rebwurzeln verursacht; eine direkte Korrelation zwischen Reblausdichte und Ausmaß der Rückgangerscheinungen an infizierten Reben besteht nicht.

(Keine Korrelation zwischen Reblausdichte und Rückgangerscheinungen)

- b. Das Ausmaß möglicher Rückgangerscheinungen ist abhängig von der Bewirtschaftung des Rebbestands wobei namentlich der Bodenbewirtschaftung eine maßgebliche Rolle zukommt.

(Einfluss der Bewirtschaftung auf die Rückgangerscheinungen)

Aus diesen Arbeitshypothesen folgten die nachstehenden Ziele der Arbeit:

- a. Entwicklung eines Systems zur Erfassung der Rückgangerscheinungen bei Reben im Freiland
- b. Entwicklung eines Systems zur Erfassung der Reblausabundanzen im Freiland
- c. Untersuchung der Wirkung verschiedener Bestandführungen, Bodenbewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausabundanzen

2 Material und Methode

2.1 Allgemeine oenologische Untersuchungsmethoden

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden verschiedene Untersuchungs- und Meßmethoden angewendet bzw. Parameter erhoben, um den vegetativen Zustand von Topf- und Freilandreben bewerten zu können. Diese Methoden sollen in dem folgenden Kapitel vorgestellt werden. Die Spezifikationen der Einzelversuche sowie der Versuchsaufbau und die Beschreibungen der Standorte, erfolgen in Kap. 2.4. und 2.5.

2.1.1 Jährlicher Anschnitt der Reben

Nach KIEFER & WEBER (1973), KIEFER et al. (1976), BAEDER & KIEFER (1980) und BECKER (1991), ist die Basis der Produktion von Trauben, die Menge-Güte-Relation. Dies begründet sich darin, dass es sich bei Wein nicht um ein landwirtschaftliches Produkt im Sinne eines Grundnahrungsmittels handelt, sondern vielmehr um ein Genussmittel, bei welchem die Qualität stark im Vordergrund steht. Eine betriebswirtschaftliche Erlössteigerung pro Flächeneinheit, wird daher in erster Linie nicht durch eine Steigerung des Mengenertrags pro Hektar erzielt. Eine stetige Steigerung der Produktionsmenge kehrt sich bei der Weinproduktion ins Gegenteil um wenn die, laut Menge-Güte-Relation notwendige Ertrags-Mostgewichtsrelationen weit in Richtung des Ertrags verschoben wird. Als grundlegender Einflussfaktor zu dieser Relation beschreiben KIEFER & WEBER (1973) und KIEFER et al. (1976) die Höhe des Anschnitts, d.h. die Anzahl von Augen, welche nach dem 'Winterschnitt' zum Austrieb in der folgenden Vegetationsperiode belassen wird. Darüber hinaus bestehen weitere Einflussgrößen. So konnten beispielsweise MURISIER & ZUFFEREY (2003) zeigen, dass bei variierenden Zeilenabständen, aber unter gleichen Ertragshöhen pro Trieb, zwar höhere Einzelstockbelastungen hinsichtlich des Ertrags vorlagen, aber der Ertrag pro Quadratmeter sich auf gleichem Niveau einpendelte. Die Menge-Güte-Relation wurde durch MURISIER (1991) und MURISIER & ZUFFEREY (2003) somit bestätigt. KIEFER et al. (1976) und KIEFER (1990) geben eine optimale Anschnittshöhe von 6 bis 7 Augen je Quadratmeter bei starkwüchsigen Sorten und 7 bis 8 Augen je Quadratmeter, bei schwachwüchsigen Sorten an. BAUER (2002) nennt ähnliche Werte, differenziert aber zudem nach schwach, mittel und starkwüchsigen Rebanlagen, wobei deutlich wird, dass der Anschnitt im Sinne der Belastung eines Rebstocks auf den Wuchs der individuellen Rebe am Standort angepasst sein muss. Ein Einfluss der

Stockbelastung auf die Reservestoffeinlagerung in den Holzkörper und das Wurzelsystem wurde durch SCHULTZ (2005) aufgezeigt.

Aufgrund der aufgezeigten Zusammenhänge eignet sich der Parameter 'Anschnitt', um

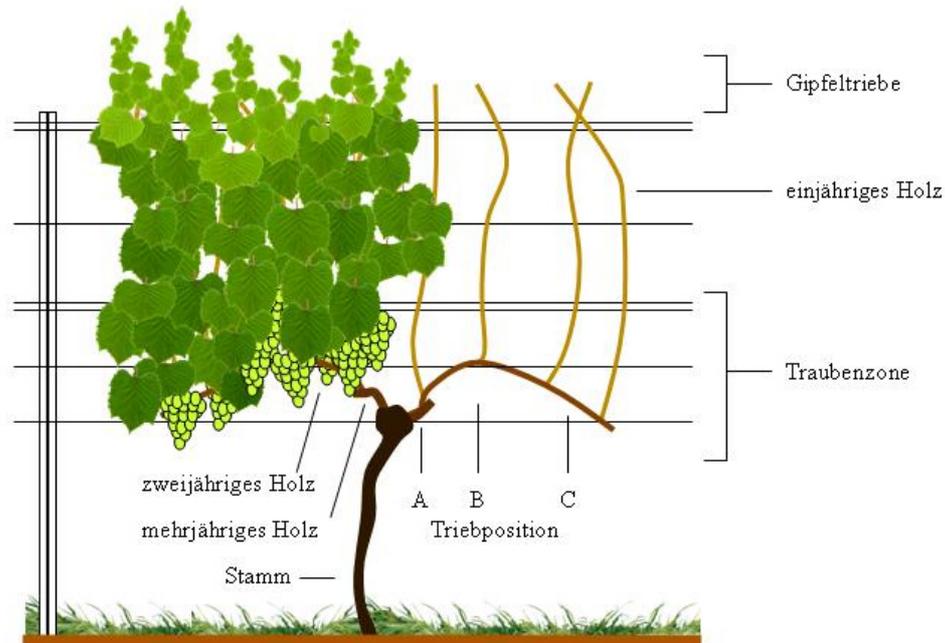


Abb. 21-1: Schematische Darstellung des Aufbaus eines Rebstocks

die Bewirtschaftungsart einer Rebanlage bzw. die bestehende Ausgangssituation zu beschreiben. Allgemein können die oberirdisch sichtbaren Teile von Reben in 'Stamm', 'einjähriges Holz' und 'zweijähriges Holz' unterschieden werden (Abb. 21-1). Das einjährige Holz, welches in Nodien und Internodien unterteilt wird, trägt auf den Nodien die Knospen, die so genannten Augen. Alljährlich wird die Anzahl dieser Augen durch den Rebschnitt beschränkt. Auf den in dieser Arbeit untersuchten Versuchsfeldern wurde der jährliche Rebschnitt betriebsüblich vom jeweiligen Besitzer der Versuchsfeldern durchgeführt. Nach dem Austrieb wurde bei jeder begutachteten Einzelrebe die Anzahl aller angeschnittenen Augen gezählt. Zudem wurde die Anzahl ausgetriebener (= 'lebender') Augen festgehalten. Der Holzkörper der Reben ist im Bereich der Nodien verstärkt und dient als Reservestoffspeicher (BAUER 2002). Somit können anhand der Parameter 'Augen angeschnitten' und 'Augen ausgetrieben', einerseits Aussagen zu eventuellen Vorschädigungen abiotischer oder biotischer Natur (z.B. Frostschäden oder Schwarzfleckenkrankheit) getroffen werden, andererseits können Einflüsse der veränderten Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen im zweiten Versuchsjahr festgestellt werden.

Je Versuchsvariante wurden 20 Rebstöcke untersucht. Der Rebschnitt wurde auf allen untersuchten Flächen, in beiden Jahren (1998 und 1999), zwischen dem 1. und dem 25. Februar durchgeführt. Die Austriebsquote ist das prozentuale Verhältnis von ausgetriebenen zu angeschnittenen Augen.

2.1.2 Relative Anschnitt

Um einen Vergleich der Augenanzahlen zwischen Versuchsflächen bzw. mit Literaturangaben zu ermöglichen, wurde die Anzahl angeschnittener und ausgetriebener Augen zu den Parametern 'relative Anzahl angeschnittener Augen' und 'relative Anzahl ausgetriebener Augen' umgerechnet. Hierfür wurde jeweils die Anzahl angeschnittener und ausgetriebener Augen auf den jeweiligen einem Rebstock zur Verfügung stehenden Standort umgerechnet. Die Angaben der Standräume der Reben der jeweiligen Versuchsflächen erfolgt in Kapitel 2.5. Die Darstellung erfolgt in 'angeschnittene Augen' je m².

2.1.3 Triebzahl

Bei der Bestimmung der Augenanzahlen musste berücksichtigt werden, dass die Triebzahl von der Augenanzahl abweichen kann, da aus einem Auge mehrere Triebe auswachsen können. Aus diesem Grunde wurden im Rahmen dieser Arbeit nicht nur die Augenanzahlen, sondern zudem die Anzahl der Triebe bestimmt. Aufgrund der Einflüsse von Bewirtschaftungs- oder Düngemaßnahmen bzw. einer negativen Prädisposition, durch abiotische und biotische Faktoren, können an Rebstöcken normal entwickelte Triebe und Kümmertriebe auftreten. Hierbei besitzen Kümmertriebe ca. $\frac{1}{4}$ der Länge eines normal entwickelten Triebes. Die Trieb- bzw. Kümmertriebanzahlen wurden je Versuchsvariante jeweils an 20 zufällig ausgewählten Rebstöcken bestimmt. Die Bestimmung der Trieb- und Kümmertriebanzahlen erfolgte zeitgleich mit der Bestimmung der Augenanzahlen. Die Termine sind in dem Kapitel 2.4.1 wiedergegeben.

2.1.4 Relative Triebzahl

Ebenso wie die Anzahl der angeschnittenen und ausgetriebenen Augen, so wurden auch die Anzahlen an Trieben und Kümmertrieben zu Vergleichszwecken bzw. um Kompensationseffekte verschiedener Einflussfaktoren feststellen zu können, normiert. Die Angabe erfolgt in Triebzahl je m². Zudem werden die Triebzahlen je angeschnittenem Auge und je ausgetriebenem Auge angegeben.

2.1.5 Trieb­längen

Wie bereits ausgeführt, können an Ertragsreben normal entwickelte Triebe neben so genannten Kümmertrieben beobachtet werden. Aber auch die Trieb­längen normal entwickelter Triebe können sich, aufgrund unterschiedlicher Prädisposition, Bewirtschaftung etc. unterscheiden. Aus diesem Grunde wurden an je 20 zufällig ausgewählten Reb­stöcken Messungen der Trieb­längen durchgeführt. Hierfür wurden je Rebstock je drei Triebe an verschiedenen Positionen auf dem Bogen (Abb. 21-1) ausgewählt: A: Trieb im Zielholzbereich; Triebe aus diesem Bereich werden im Folgejahr zur Auswahl des Anschnitts (Bogen) herangezogen. B: Trieb auf dem Bogen. C: Trieb auf dem absteigenden Ast des Bogens. Diese Positionen können aufgrund des unterschiedlichen Wachstums, beispielsweise beruhend auf unterschiedlicher Nährstoffversorgung, unterschieden werden (BAUER 2002, BETTNER & BETTNER 1979). Die Auswahl entsprechender Triebe erfolgte stets ca. 7 Tage vor der ersten Messung. Die Triebe wurden auf den Positionen zufällig ausgewählt, etikettiert und dokumentiert (welcher Bogen, welches Auge, auf dem Bogen) um bei Verlust eines Etiketts den entsprechenden Trieb wieder finden zu können. Die Trieb­längenmessungen erfolgten dreimalig im Jahr 1998 und - aufgrund des schnelleren Wachstums - zweimalig im Jahr 1999. Die Angabe der Trieb­längen erfolgt in Zentimeter. Dargestellt wird ebenfalls der Trieb­längenzuwachs vom ersten zum zweiten und vom zweiten zum dritten Messtermin. Die Angaben erfolgen sowohl in Absolutwerten [cm] als auch prozentual. Der Triebzuwachs der Triebe auf den verschiedenen Positionen auf dem Bogen (A, B, C), werden getrennt angegeben. Die Messtermine können den entsprechenden Graphen im Kapitel 3 entnommen werden. In den Tab. 24.2 bis Tab. 24.6 im Kap. 2.4.1 sind nur die jeweiligen ersten Messtermine genannt.

2.1.6 Gipfellaubgewicht

Eine Gipfelung (Laubschnitt) wird vorgenommen, um das Wachstum der Triebe einzuschränken und so das Beerenwachstum zu stärken (Source-Sink-Wechsel; KOBLET & PERRET 1990). Hierbei werden Triebspitzen entfernt, die zu einem bestimmten Zeitpunkt über den anlagentypischen Drahtrahmen (oberer Fangdraht) herausragen (REGNERY & PORTEN (2015B)). Die Triebe werden im Allgemeinen 10 cm über dem oberen Fangdraht abgeschnitten. Der Zeitpunkt liegt um Schrotkorngröße der Beeren (BBCH 73), (LORENZ et al. 1994, HÜGELSCHÄFFER et al. 1993 u.1994). Die Gipfelung zu Versuchszwecken erfolgte anlagenspezifisch jeweils ein bis zwei Tage vor dem betriebsüblichen Laubschnitt (siehe Anhang Tabelle zur Bewirtschaftungsmaßnahmen). Das Schnittmaterial

wurde vor Ort in fest verschließbare Plastikbeutel verpackt, um Verdunstungsverluste zu vermeiden und anschließend im Labor verwogen (Frischgewicht; FG). Das Trockengewicht (TG) wurde durch Trocknung bei 85° C, für drei Tage bzw. bis zur Gewichtskonstanz bestimmt. Die Angabe erfolgt als Trockengewichtsanteil ($TGA = TG / FG * 100$ [%]).

2.1.7 Blattchlorophyllgehalt

Blattchlorophyllgehaltsbestimmungen erlauben eine Aussage über die Photosyntheseaktivität und somit über den Vitalitätszustand von Reben (IAKONO & SOMMER 1999, GLYNN 2004). Die Bestimmung des Blattchlorophyllgehalts erfolgte zur Blüte (BBCH 61-68; LORENZ et al. 1994), Veraison (BBCH 81-85) und Lese (BBCH 89) mit einem Chlorophyllmeter Minolta SPAD-502 (RUPP et al. 1999). Hierfür wurde je Rebstock der Chlorophyllgehalt von 10 zufällig ausgewählten basalen Blättern bestimmt. Die Messung erfolgte bei allen Rebstöcken einer Versuchsfläche am selben Tag. Die Messtermine sind den Tab. 24-2 bis 24-6 zu entnehmen.

2.1.8 Beeren- und Traubenparameter

Um eventuelle Auswirkungen der verschiedenen Bewirtschaftungsmethoden auf die vegetative bzw. generative Leistung der Reben feststellen zu können, wurden verschiedene Beeren- bzw. Traubenparameter erhoben. Für die Untersuchungen wurden das 100-Beerengewicht, das Traubengewicht sowie die Anzahl der Beeren je Traube gewählt. Hierfür wurden je Versuchsvariante und Versuchsfläche an 20 zufällig ausgewählten Rebstöcken Einzelstocklesen durchgeführt. Das Lesegut wurde in Plastiksäcke verpackt und bis zur Weiterverarbeitung im Kühlhaus verwahrt. Im Labor wurde das mittlere Traubengewicht bestimmt. Hierfür wurden alle Trauben einzeln gewogen. Anschließend wurde, durch wiegen von Einzelbeeren, das 100-Beerengewicht bestimmt. Angegeben werden das Traubengewicht und das mittlere Einzelbeerengewicht, welches pro Einzelrebstock aus dem 100-Beerengewicht ermittelt wurde. Die Angaben erfolgen in Gramm.

2.1.9 Mostparameter

Nach der Einzelstocklese und der Ermittlung der Trauben- und Beerenparameter, wurde das Lesegut eines jeden Rebstocks mit einer Handwalzmühle gemahlen und der Frischmost aufgefangen. Das Mostgewicht wurde refraktrometrisch von allen 20 Einzelstöcken, je Versuchsfläche und -variante, bestimmt. Die Angabe erfolgt in ° Oechsle.

Ebenso wurde mit den Einzelproben für die Mostsäure und pH-Wertbestimmung verfahren. Die Bestimmung der Mostsäure erfolgte titrimetrisch mit Blaulauge (0,53% NaOH und Lackmus), berechnet als Weinsäure. Die Angabe erfolgt in g Weinsäure / l Most. Der Most-pH-Wert wurde mit einer pH-Messsonde bestimmt.

2.1.10 Ertragsparameter

Direkt nach der Einzelstocklese wurden im Labor die Gesamtstockerträge und die Traubenanzahl bestimmt. Für die Bestimmung des Stockertrags wurde das Lesegut jedes Einzelstocks gewogen. Bei dem Parameter 'relativer Ertrag' handelt es sich um den Mittelwert des Stockertrags [kg] je Versuchsfläche und -variante, bezogen auf den anlagenspezifischen Standardraum [m²] der Rebstöcke. Die Angabe des mittleren Stockertrags erfolgt in g, je Quadratmeter Standardraum der Rebe. Für die Bestimmung der Traubenanzahl wurde die Anzahl an Trauben jedes Einzelstocks bestimmt. Zudem wurde eine visuelle Bonitur des *Botrytis*-Befalls an den Trauben vorgenommen. Hierfür wurde jede Einzeltraube in Anlehnung an EPPO-Standard PP 1/17(3), in 5-%-Schritten bewertet und die Gesamtboniturnote der Einzelstöcke erfasst.

2.1.11 Relative Ertragsparameter

Um Vergleiche zwischen den untersuchten Flächen und Literaturangaben zu ermöglichen, wurden folgende relative Ertragsparameter berechnet: Ertrag je Trieb, Ertrag je ausgetriebenem Auge, Ertrag je angeschnittenem Auge, Trauben je Trieb, Trauben je ausgetriebenem Auge und Trauben je angeschnittenem Auge.

2.1.12 Schnittholzgewicht

Jeweils im Januar des auf die Lese folgenden Jahres, wurde von den 20 für die Bestimmung der Ertragsparameter zufällig ausgewählten Rebstöcken jeder Versuchsvariante das Schnittholzgewicht bestimmt. Hierfür wurde das vollständige Holz, bis auf das für die nächste Vegetationsperiode notwendige Zielholz, vollständig entnommen. Hierbei wurde in ein- und zweijähriges Holz unterteilt und getrennt weiterbehandelt. Das Schnittmaterial wurde vor Ort in Plastikbeutel verpackt, ins Labor überführt und dort gewogen (Frischgewicht; FG). Anschließend wurde das Schnittholz 3 Tage bzw. bis zur Gewichtskonstanz, bei 85° C im Trockenschrank getrocknet. Weiterhin wird das Gesamtschnittholzgewicht angegeben. Die Angabe erfolgt in Gramm.

2.1.13 Blattnährstoffanalysen

Zur Abgrenzung der verschiedenen, auf die Reben einwirkenden Einflussfaktoren wie Nährstoffversorgung, Anlagenbewirtschaftung, Schädlinge etc., wurden bei den Rebstöcken der Versuchsflächen und -varianten Blattnährstoffanalysen durchgeführt. Hierfür wurden zu den Zeitpunkten Blüte (BBCH 61-68), Veraison (BBCH 81-85) und Lese (BBCH 89), je 10 basale Blätter entnommen, in Plastikbeuteln ins Labor überführt, dort bei 70° C 12 h getrocknet und im Anschluss auf 1mm Korngröße gemahlen. Jede Versuchsvariante wurde vierfach untersucht. Die Extraktion und Bestimmung der Blattnährstoffe erfolgte gemäß SCHALLER (2008a). Bestimmt wurden die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor, Kalium, Magnesium und Kalzium.

Bestimmung des Stickstoffgehalts: Zur Extraktion des Stickstoffs wurde eine 0,025 M $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ -Lösung verwendet. Die Messung des Stickstoffgehalts erfolgte wie in Kapitel 2.2.1 beschrieben.

Bestimmung der Phosphor-, Kalium-, Magnesium- und Kalziumgehalte: Die Bestimmung dieser Nährstoffgehalte erfolgte mit der Methode der trockenen Veraschung. Hierfür wurden die Rebblätter bei 500° C 4 Stunden verascht und die Nährstoffe mit einer 3 N HCL-Lösung extrahiert. Die Gehalte an diesen Nährstoffen wurden mit den in Kap. 2.2.1 beschriebenen Methoden durchgeführt. Der Kalziumgehalt wurde analog dem Magnesiumgehalt mit dem Atomadsorptions-Spektralphotometer (AAS) gemessen.

Die Darstellung der gewonnenen Messwerte erfolgt im Rahmen dieser Arbeit durch das für Reben adaptierte DRIS-System (Diagnosis and Recommendation Integrated System; BEAUFILS 1973; SCHALLER 1988, 1997, 2008b, SCHALLER & LÖHNERTZ 1985, BALO et al. 1988). Den Autoren zufolge ist einer der Hintergründe für diese Form der Nährstoffanalyse, dass die isolierte Betrachtung einzelner Nährstoffgehalte allein nicht ausreicht, um den Versorgungsstatus mit einem spezifischen Nährstoff zu bewerten. Im Rahmen der Datenanalyse werden die festgestellten Messwerte mit den Mittelwerten einer Blattdatenbank abgeglichen. Die bei dieser Arbeit berücksichtigte Blattdatenbank des Instituts für Bodenkunde und Pflanzenernährung, der Forschungsanstalt Geisenheim, berücksichtigt mehr als 12000 Blattanalysen. Der in der graphischen Ergebnisdarstellung angeführte Indexwert (x-Achse) wurde wie folgt berechnet (Beispiel Stickstoff):

$$\text{N-Index} = 1 / \text{SD}_N * [\ln(X) - \ln(\bar{x})]_N + [\ln(\bar{x}_G) - \ln(\bar{X}_G)]$$

$$\bar{x}_G = \sqrt[6]{(\text{TM} * \%N * \%P * \%K * \%Mg * \%Ca)}$$

N = Bezug auf die Werte der Stickstoffgruppe

X = aktueller Blattwert in % TM

\bar{x} = Mittelwert aus der Blattdatenbank

\bar{x}_G = geometrischer Mittelwert $\text{TM}_\mu \rightarrow \text{Ca}_\mu$ aus der Blattdatenbank

\bar{X}_G = geometrischer Mittelwert TM \rightarrow Ca der aktuellen Blattwerte

1 / SD_N = reziproker Wert der Standardabweichung

2.2 Bodenkundliche Untersuchungsmethoden

2.2.1 Bodennährstoffgehalte

Um Aufschluss über die Nährstoffverfügbarkeit an den Einzelstandorten zu erhalten, wurden Bodennährstoffanalysen durchgeführt. Im Zuge dieser Untersuchungen wurden am 31.03.1998 und 11.05.1999, auf den entsprechenden Versuchsflächen, mit einem Bodenbohrer je 10 Bodenproben je Versuchsvariante entnommen. Die Bohrkern wurden vor Ort in Fraktionen von 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm Bodentiefe unterteilt. Die Proben wurden in Plastikbeutel verpackt und ins Labor überführt. Aus den Proben wurden die Gehalte an Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$), Phosphat (P_2O_5), Kalium (K_2O) und Magnesium (MgO), am Fachbereich Bodenkunde der Forschungsanstalt Geisenheim, gemäß SCHALLER (2008a), bestimmt.

Stickstoffgehalt: Die Bestimmung des Stickstoffgehalts erfolgte als Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$; N_{min} -Methode), gemäß SCHALLER (2008). Je Versuchsfläche und Versuchsvariante wurden 2 gepoolte Proben untersucht. Dabei wurde der Stickstoff mit einer schwachen Salzlösung extrahiert. Der Stickstoffgehalt ergibt sich als Differenz in der UV-Absorption bei 210 nm, zwischen Frischmessung und Messung nach Reduktion der in den Proben vorhandenen Nitrate mit naszierendem Wasserstoff. Die Angabe des Gehalts an $\text{NO}_3\text{-N}$ erfolgt in kg / ha.

Phosphat und Kaliumgehalt: Für die Nährstoffe Phosphat und Kalium in den Bodenproben, wurden die als Gehalte an pflanzenverfügbarem P_2O_5 bzw. K_2O , nach der Methode von SCHÜLLER (1969), gemäß SCHALLER (2008a), bestimmt (CAL-Methode). Je

Versuchsfläche und Versuchsvariante wurden 2 gepoolte Einzelproben analysiert. Die Extraktion der K- und P-Ionen erfolgt durch Zugabe von Kalziumacetat und Essigsäure. Die Färbung der PO_4^{3-} -Ionen erfolgte mit Ammoniummolybdat-Vandantat-Lösung. Die Messung erfolgte kalorimetrisch. Die Färbung erfolgte durch Zugabe von HNO_3 -, Ammonvandant- und Ammonmolybdat-Lösungen. Der Kaliumgehalt wurde mittels eines Flammenphotometers bestimmt. Die Konzentrationsangaben erfolgen in mg / 100 g Boden.

Magnesiumgehalt: Der Gehalt an Magnesium wurde je Versuchsfläche und Versuchsvariante aus 2 gepoolten Bodenproben, nach SCHACHTSCHABEL et al. (1976), gemäß SCHALLER (2008a), bestimmt. Dafür wurde das sorptiv gebundene Magnesium unter Zugabe einer 0,025 n CaCl_2 -Lösung ausgetauscht. Nach Filterung wurde der Magnesiumgehalt in einem Atomadsorptions-Spektralphotometer (AAS) bestimmt. Die Angabe des Magnesiumgehalts erfolgt in mg / 100 g Boden.

2.3 Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für Rebwuchs und Reblauspopulationen

2.3.1 Reblausbonitursystem: Bestandteile, Versuchsaufbau und Probennahme

Die Vorversuche zur Entwicklung dieses Bonitursystems wurden in den Jahren 1996/97 auf verschiedenen Versuchsflächen im Rheingau (Deutschland) durchgeführt. Auf der Grundlage dieser Voruntersuchungen erfolgte 1998 die Probennahme zur Validierung des Bonitursystems im Freiland.

Bestandteile des Bonitursystems: Für die Probennahme wurde ein handelsüblicher Spaten verwendet, mit dem ein Bodenaushub bis in eine Tiefe von 25 cm erreicht wird. An jedem zu untersuchenden Rebstock wurden drei Einzelproben genommen. Zwei Proben stammen aus den Bereichen 10 - 15 cm rechts und links neben dem Rebstock unter der Zeile, die dritte Probe wurde in der Mitte der Fahrgasse gegenüber dem Rebstock genommen (Abb. 23-1). Das entnommene Bodenmaterial wurde zur Bewertung in flache Auszähl-schalen überführt. Unter Verwendung eines binokularen Lupenaufsatz für die Brille wurde die Zahl der alten und neuen Nodositäten, der Rebläuse aller Stadien sowie der Reblauseier an den Wurzeln nach einem neustufigen Bewertungssystem (Tab. 23-1) ermittelt.

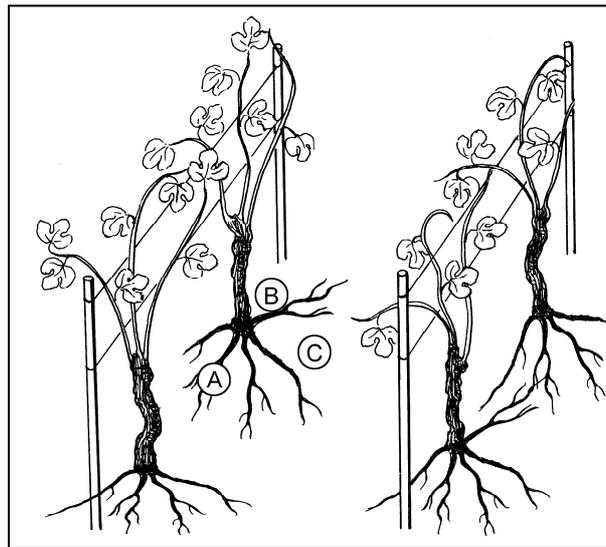


Abb. 23-1: Reblausbonitursystem - Grabungspunkte zur Probennahme im Freiland.

A+B: 10 – 15 cm neben dem Rebstock unter der Zeile; **C:** Mitte der Fahrgasse gegenüber dem Rebstock (HUBER 2007)

Tab. 23-1: Bewertungsschema für den Reblausbefall (PORTEN & HUBER 2003).
- = kein Vorkommen, + = Vorkommen, x = einfacher Besatz je Nodosität

Bonitur- klasse	Chrakteristik der Boniturklasse			
	Alte Nodositäten	Neue Nodositäten	Reblaus (alle Stadien)	Reblauseier
1	+	-	-	-
3	+	+	< x	- (< x)
5	+	+	x	< x
7	+	+	> x	x
9	+	+	> x	> x

Darüber hinaus wurden auch die in den Rhizosphärenboden abgelegten Reblauseier mit in die Beurteilung einbezogen sofern sie einem einzelnen Reblausindividuum bzw. einer Nodosität zugeordnet werden konnten. Die Unterscheidung von neuen und alten Nodositäten erfolgt aufgrund ihrer unterschiedlichen Färbung. Während neue Nodositäten eine weißliche bis hellgelbe Färbung aufweisen, erscheinen alte Nodositäten dunkelbraun bis schwarz. Alte Nodositäten werden hierbei als abgestorben angesehen und weisen deshalb keinen aktuellen Reblausbesatz mehr auf (HALLER 1878, STELLWAAG 1928). Im

Rückschluss deuten alte Nodositäten somit auf einen ehemals höheren Reblausbesatz. Mit dem Boniturschema wurde unter Berücksichtigung der drei Einzelproben eine Boniturnote für den gesamten Rebstock ermittelt. Durch wiederholte Beprobung zufällig ausgewählter Rebstöcke innerhalb eines Versuchsfeldes, konnte somit eine Aussage über den Reblausbefall innerhalb der Versuchsfläche getroffen werden.

Validierung des Bonitursystems: Zur Validierung des Bonitursystems wurde das Frisch- u. Trockengewicht der untersuchten Wurzeln ermittelt, sodass zum Vergleich der Boniturstufen die oben ermittelten Parameter in Relation zum Wurzelgewicht gestellt werden konnten. Zur Bestimmung des Frischgewichts wurden die Wurzeln von Verunreinigungen befreit und ihr Gewicht mit einer Feinwaage (Messgenauigkeit 0,1g) direkt im Freiland ermittelt. Zur Bestimmung des Trockengewichts wurden die zu untersuchenden Wurzeln ins Labor überführt und im Trockenschrank bei 85°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die Validierungsgrabungen 1998 wurden von Mai bis Oktober durchgeführt, da in dieser Zeit die Entwicklung der Reblauspopulationen in Mitteleuropa stattfindet (BABO & MACH 1881). Es wurden pro Monat 20 zufällig ausgewählte Rebstöcke beprobt und die oben genannten Parameter festgehalten. Die Parameter werden im Folgenden als Gesamtstockwerte aufgeführt und nicht aufgegliedert nach dem Einstichort (links, Mitte, rechts) am Rebstock. Es muss beachtet werden, dass sich aufgrund der Populationsdynamik der Reblaus die Stichprobenzahl der Boniturstufen unterscheidet. Höhere Boniturstufen kamen in den Monaten Juni und September nur vereinzelt vor.

2.3.2 Rebwuchsbonitursystem: Bestandteile, Versuchsaufbau und Probennahme

Bestandteile des Bonitursystems: Dem zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer Vegetationsperiode zu beobachteten Rebwuchs sowohl von Einzelstöcken als auch eines Rebbestands, liegt eine Vielzahl von Einflussfaktoren zugrunde, welche über eine Vielzahl von sehr komplexen Wirkungszusammenhängen interagieren. Derartige Einflussfaktoren sind abhängig von: a. Standort (Klima, Bodenart, Geländeform etc.); b. Anlagenart (Pflanzmaterial (Edelreissorte, Unterlagssorte), Alter der Rebanlage, Pflanzung (Normallage, Steilhang, Querbau etc.); c. Bestandsführung (konventionell - ökologisch, intensiv - extensiv), Bodenpflege etc.; d. weiteren externen Faktoren wie Schädlingsvorkommen (tierische und pilzliche Schaderreger, Bakteriosen, Phytoplasmen, Viren, etc.). Der Einfluss dieser vorherrschenden und auf die Reben einwirkenden Einflussfaktoren äußert sich z.B. durch Veränderungen der Blattfarbe oder anderen Reborganen, durch welche

individuelle typische Mangelercheinungen angezeigt werden. Diese Mangelercheinungen sind teilweise nur durch komplizierte, indirekte Bodenanalysen oder durch aufwendige Blattanalysen mit weitem Interpretationsspektrum zu belegen. In anderen Fällen ist der Ursprung derartiger Wuchsveränderungen nicht bestimmbar. Insbesondere dann, wenn sich verschiedene negativ auf den Rebwuchs einwirkende Faktoren und Mängel überlagern. Insbesondere das System Rebe-Boden stellt ein komplexes Ursache-Wirkungssystem dar, sodass durch Überlagerung von Einflüssen und Problemstellungen die Ursachen für Wuchsprobleme oft verdeckt bleiben. Hinzu kommt, dass ein Rebbestand oft auch in sehr kleinräumigen Teilflächen und Arealen variierende Wuchsformen, beispielsweise in der Ausprägung der Blattfarbe, Blattfläche, Porosität, Bogenzahl, Triebzahl, Triebstellung, Kümmertriebzahl oder der Stauchung der Trieb aufweist, sodass innerhalb der meisten Rebanlagen Unterschiede im Wuchs von Einzelstöcken festzustellen sind. Diese Unterschiede im Wuchs jedoch zu dokumentieren und die Entwicklung einer Rebanlage auch über Jahre hinweg festzuhalten, stellt wegen der komplexen zuvor dargestellten Wirkzusammenhänge ein großes Problem dar. Aus diesem Grunde wurde zur Erfassung der in den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Rebanlagen festzustellenden Wuchsunterschiede auf die Bewertung von Einzelrebstöcken zurückgegriffen. Ein entsprechendes Rebwuchsbonitursystem stand nicht zur Verfügung, sodass im Rahmen dieser Arbeit ein derartiges Bewertungssystem erarbeitet werden musste. Aufgrund erster Beobachtungen und Voruntersuchungen, in den Jahren vor 1998, wurde zunächst die nachfolgende, stark vereinfachte Einteilung des Rebwuchses verwendet (Tab. 23-2).

Tab. 23-2: Schema zur Beurteilung des Wuchses von Rebstöcken

Boniturklasse	Bewertung des Wuchses
0	Abgestorbener Rebstock
1	sehr schwacher Wuchs, kurz vor dem Absterben
3	Schwacher Wuchs
5	Geschwächter bis durchschnittlicher Wuchs
7	Normaler, gesunder Rebstock
9	Sehr guter Wuchs

Validierung des Bonitursystems: In der Folge der Einzelstockwuchserfassungen wurden zur Validierung des Systems die Wuchsklassen mit verschiedenen vegetativen und generativen Eigenschaften der Reben korreliert, das Erfassungssystem daraufhin modifiziert

und in folgenden Vegetationsperioden erneut angewendet. Dieser Prozess wurde mehrmals wiederholt, sodass Validierungsergebnisse aus den Jahren 1997, 1998, 1999 und 2008 vorliegen. Das auf Basis dieser Validierungen entwickelte Rebwuchsbonitursystem bzw. die Klasseneinteilung (Kap. 3.1.1.4) sind im Ergebnisteil dieser Arbeit dargestellt. Wesentliche Veränderungen dabei sind beispielsweise die Einbeziehung von Nachpflanzungen, verschiedener Schaderreger sowie die Korrelation der Wuchsklassen mit Ertragsparametern. Aufgrund dieser über Jahre andauernden Systementwicklung, in welcher das System mehrfach validiert sowie unter unterschiedlichsten Freilandbedingungen in der Praxis erprobt wurde, ist die Darstellung des Systems im Rahmen dieser Arbeit mit verschiedenen Problemstellungen verbunden. So ist es nicht möglich die Ergebnisse aus allen bislang mehr als 30 Versuchsflächen, auf welchen das System angewandt wurde, darzustellen. Die Anwendungen fanden im Rahmen verschiedener unterschiedlicher Untersuchungen statt (PORTEN & HUBER (UNPUBL.), JUNG (2009), PORTEN & JUNG (2014A), MÜLLER (2015), MEUREN (2016) PORTEN ET AL. (2016A), PORTEN ET AL. (2016B), PORTEN ET AL. (2016D), PORTEN & REGNERY (2016L) MÜLLER ET AL. (2016)). Im Folgenden werden daher nur die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Flächen (siehe Kap. 2.5) sowie eine im Jahr 2008 untersuchte Rebanlage im Anbaugebiet Pfalz dargestellt. Ergebnisse von anderen Versuchsflächen werden nur exemplarisch unter Angabe des Versuchsanstellers dargestellt. Die Untersuchungen zur Validierung des Rebwuchsbonitursystems wurden in den Jahren 1997 bis 2008 durchgeführt. Hierfür wurde jeweils zur Fruchtreife (BBCH Makrostadium 8) eines jeden Jahres der Wuchs der Einzelrebstöcke der genannten Versuchsflächen, nach dem in Tab. 23-2 wiedergegebenen Schema bewertet. Die Basis für die Wahl dieses Zeitpunktes in der Vegetationsperiode ist in dem integrativen Charakter dieses Rebwuchsbonitursystems zu sehen, d.h. es sollen möglichst viele Ursachen für Wuchsveränderungen mitberücksichtigt werden, ohne aber den Anspruch zu erheben diese Ursachen alle stets explizit und differenziert zu dokumentieren und zu werten. Allein die Dokumentation einer unterschiedlichen Wuchssituation oder -stärke auf einer Rebfläche steht im Vordergrund. Mit der Wahl des Boniturzeitpunktes, welcher deutlich vor der Lese und nach der Abschluss-spritzung liegen sollte, sollen unter anderem Einflüsse beispielsweise durch Blattdünger ausgeschlossen werden. Zu dieser Zeit ist die Wachstumsphase einer Rebe weitgehend abgeschlossen und es sind daher keine Einflüsse durch zu starken Blattflächenzuwachs und dem damit verbundenen erhöhten Nährstoffbedarf zu erwarten (SCHALLER ET AL. (1984), LÖHNERTZ (1988), LÖHNERTZ & SCHALLER (1989), LÖHNERTZ ET AL. (1989A), LÖHNERTZ ET AL.(1989B), LÖHNERTZ (1991)

SCHALLER (1999), SCHALLER ET AL. (2002), ZIEGLER (2002A), ZIEGLER (2002B), ZIEGLER (2002C), ZIEGLER (2004), ZIEGLER (2004), ZIEGLER (2005), ZIEGLER (2006), ZIEGLER (2007)). Trotzdem zeigen die Reben in diesem Entwicklungsstand an, welchen Bedingungen sie z.B. hinsichtlich der Wasser- und Nährstoffversorgung während der Vegetationsperiode ausgesetzt waren. In dieser Entwicklungsphase vor dem oder kurz nach dem Weichwerden der Beeren machen sich Unterversorgungen an Makronährstoff durch Mangelsymptomen an den Rebblättern besonders bemerkbar.

Zusätzlich zu der Erfassung des Wuchses wurden auf den fünf Versuchsflächen (siehe Kapitel 3.3.1, 3.3.2, 9.3.3.3, 9.3.4, 9.3.3.5) im Anbaugebiet Rheingau, in den Jahren 1998 und 1999, an je 80 Rebstöcken verschiedene vegetative und generative Parameter, wie Blattchlorophyllgehalte zu den Zeitpunkten Blüte, Veraison und Lese, Holzgewichte, Trieb- und Kümmertriebzahlen sowie nach Einzelstocklesen unterschiedliche Ertrags- und Mostparameter gemessen. Das hierfür eingesetzte Material sowie die verwendeten Methoden und Probennahmezeitpunkte sind in den Kap. 2.1 und 2.4 dargestellt und beschrieben. Für die erneute Validierung des modifizierten bzw. konkretisierten Bonitursystems im Jahr 2008, wurden am 02.10.2008 an je 10 zufällig ausgewählten Rebstöcken je Wuchsklasse, auf der Versuchsfläche Herxheim, Einzelstocklesen durchgeführt. Die Verarbeitung des Leseguts zur Bestimmung der Ertrags- und Mostparameter erfolgte wie in Kap. 2.1 beschrieben. Die Einzelrebstockwuchserfassung erfolgte am 23.08.2008. Die Beschreibung der Standortgegebenheiten sind Kap. 2.5 zu entnehmen. Die zur Validierung des Systems verwendeten statistischen Methoden sind in Kap 2.6 angeführt.

2.4 Die Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in Ertragsanlagen

2.4.1 Versuchsaufbau und Probennahme

Im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in Ertragsanlagen, wurden fünf kommerziell genutzte Rebanlagen untersucht und unterschiedliche Leistungs- und Ertragsparameter der Rebstöcke sowie Reblauspopulationsdichten erhoben und bodenbiologische Untersuchungen durchgeführt. Diese 5 Versuchsflächen (Kap. 2.5) wurden in Zusammenarbeit mit dem Weinbauamt Eltville und dem Rheingauer Weinbauverband, aus über 60 im Jahr 1997 begutachteten Rebanlagen im Weinanbaugebiet Rheingau ausgewählt. Bei den ersten Untersuchungen der Rückgangerscheinungen war eine sehr starke Tendenz dahingehend zu beobachten, dass die Stärke des Reblausbefalls nicht direkt mit dem Grad der Schädigung korreliert war. Bei gleich starkem Reblausbesatz konnte der Grad der Schädigung sehr unterschiedlich sein. Einerseits konnten Parzellen mit hohem Reblausbefall, jedoch ohne Rückgangerscheinungen ermittelt werden. Andererseits existieren Weinberge mit niedrigerem Reblausbesatz in denen deutliche Rückgangerscheinungen festgestellt werden konnten. Ein Haupteinfluss verschiedener Bodenarten konnte nach Abgleich mit den Daten der Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete (FRIEDRICH & SABEL (2004)) ausgeschlossen werden. Die Bewirtschaftungsform der begutachteten Anlagen unterscheidet sich jedoch sehr deutlich. Die Mehrzahl der Rebflächen mit Rückgangerscheinungen wurde arbeitsextensiv bewirtschaftet, während die Flächen ohne Schadbild überwiegend arbeitsintensiv bewirtschaftet wurden. Diese Ausgangsvoraussetzungen ließen vermuten, dass das Auftreten von Rückgangerscheinungen beeinflusst wird von der Bewirtschaftungsform. Welche Faktoren innerhalb der Bewirtschaftung die entscheidenden sind für die Verhinderung eines Schadens, galt es zu prüfen. Um den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Leistungsfähigkeit von Rebanlagen mit Reblausbesatz zu analysieren, wurden im Sommer 1997 50 Flächen durch ausgedehnte Grabungen nach folgenden Kriterien überprüft: a. Vorhandensein eines nachhaltigen Reblausbesatzes, der in den vorgesehenen Prüfjahren eine ausreichend starke Population an Rebläusen erwarten lässt, um eine Prüfung verschiedener Einflussfaktoren und eine sinnvolle Bonitur zu ermöglichen; b. Variationen im Auftreten von Rückgangerscheinungen; c. Variationen in den verwendeten Unterlags- und Edelreissorten, um deren Einfluss zu eruieren; d. Variationen in der Bewirtschaftungsweise der Rebanlage (hierbei wurde berücksichtigt, dass bei der Dauerkultur Rebe die vor Beginn des Versuchs durchgeführte

Bewirtschaftung des Weinbergs eine entscheidende Rolle für den momentanen Zustand des Weinbergs darstellt); e. Variationen im Alter der Anlage. f. Variationen in den Bodenarten. Zusätzlich zu diesen Faktoren wurden der Zuschnitt der Rebanlagen und die Geländeformen berücksichtigt, um eine sachgerechte Versuchsdurchführung zu gewährleisten. Zudem stellte bei der Auswahl geeigneter Versuchsflächen die Bereitschaft der Besitzer und Bewirtschafter zur Zusammenarbeit ein wesentliches Kriterium dar. Die Standortbeschreibungen der 5 ausgewählten Flächen sind dem Kap.2.5 zu entnehmen. Die Probennahmen und Parameterbestimmungen erfolgte wie in den Kapiteln 2.1 (oenologische Parameter), 2.3.2 und 3.1.1 (Rebwuchsbonitur), 2.3.1 und 3.2 (Reblausbonitursystem) beschrieben. In der Tabelle 24-1 sind die im Rahmen der Versuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in Ertragsanlagen etablierten Versuchsvarianten aufgeführt. Tab. 24-2 bis 24-6 zeigen die Untersuchungs- bzw. Probenahmetermine im Rahmen der Versuche von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall den Ertragsanlagen.

Tab. 24-1: Versuchsvarianten im Rahmen der Freilandversuche Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall den Ertragsanlagen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville in den Jahren 1998 und 1999.

Versuchsvariante	Applikationstermin	Art des Düngers	Menge
VF Geisenheim			
bis 1997			
40 NPK	jährlich	Stallmist	30 t / ha
120 NPK	jährlich	Stallmist	30 t / ha
120 KSS	jährlich	Stallmist	30 t / ha
Organisch	jährlich	Stallmist	30 t / ha
1998			
40 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	14.4.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
	20.4.	Fichtensähemehl	1000 cbm / ha
Organisch	19.5.	Kalkammonsalpeter 27 % N	60 kg N / ha
1999			
40 NPK	18.5	NPK 12-12-17-2	40 kg N/ha
120 NPK	18.5	NPK 12-12-17-2	120 kg N/ ha
120 KSS	7.7.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N/ha
Organisch	18.5	NPK 12-12-17-2	40 kg N/ha
2000			
40 NPK	-	-	-
120 NPK	-	-	-
120 KSS	-	-	-
Organisch	-	-	-
2001			
40 NPK	-	-	-
120 NPK	-	-	-
120 KSS	-	-	-
Organisch	-	-	-
2002			
40 NPK	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha
120 NPK	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha
120 KSS	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha
Organisch	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha
2003			
40 NPK	Frühjahr	Stallmist	60 t / ha
120 NPK	Frühjahr	Stallmist	60 t / ha
120 KSS	Frühjahr	Stallmist	60 t / ha
Organisch	Frühjahr	Stallmist	60 t / ha
2004			
40 NPK	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha
120 NPK	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha
120 KSS	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha
Organisch	Frühjahr	Volldünger	400 kg / ha

Tab. 24-1: Fortsetzung

Versuchs- variante	Applikations- termin	Art des Düngers	Menge
VF Kiedrich 1			
bis 1997			
40 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 KSS	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
Organisch	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
1998			
40 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	14.4.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	1.4.	Fichtensähemehl	1000 cbm / ha
	19.5.	Kalkammonsalpeter 27 % N	60 kg N / ha
1999			
40 NPK	18.5	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	18.5	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	7.7.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	18.5	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
2000			
40 NPK	-	-	-
120 NPK	-	-	-
120 KSS	-	-	-
Organisch	-	-	-
2001			
40 NPK	-	-	-
120 NPK	-	-	-
120 KSS	-	-	-
Organisch	-	-	-
2002			
40 NPK	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha
120 NPK	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha
120 KSS	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha
Organisch	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha
2003			
40 NPK	Frühjahr	40 kg N/ha NPK	40 kg N / ha
120 NPK	Frühjahr	Fichtensähemehl	500 cbm / ha
		Vollgünger	40 kg N / ha
120 KSS	Frühjahr	Stallmist	4 t / ha
Organisch	Frühjahr	40 kg N/ha NPK	40 kg N / ha
2004			
40 NPK	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha
120 NPK	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha
120 KSS	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha
Organisch	Frühjahr	Volldünger	40 kg N / ha

Tab. 24-1: Fortsetzung

Versuchs- variante	Applikations- termin	Art des Düngers	Menge
VF Kiedrich 2			
bis 1997			
40 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 KSS	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
Organisch	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
1998			
40 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	14.4.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	13.5.	Frischer Schweinemist	170 t / ha
1999			
40 NPK	29.4.1999	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	29.4.1999	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	7.7.1999	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	-	-	-
VF Rüdesheim			
bis 1997			
40 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 KSS	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
Organisch	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
1998			
40 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	14.4.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	17.4.	Frischer Kuhmist	200 t / ha
1999			
40 NPK	29.4.	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	29.4.	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	7.7.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	-	-	-
VF Eltville			
bis 1997			
40 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 NPK	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
120 KSS	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
Organisch	jährlich	Volldünger	40 kg N / ha
1998			
40 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	19.5.	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	14.4.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	30.4.	Fichtensägemehl	1000 cbm / ha
Organisch	19.5.	Kalkammonsalpeter 27 % N	60 kg N / ha
1999			
40 NPK	18.5	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha
120 NPK	18.5	NPK 12-12-17-2	120 kg N / ha
120 KSS	7.7.	Kalkstickstoff 19,8 % N	120 kg N / ha
Organisch	18.5	NPK 12-12-17-2	40 kg N / ha

Tab. 24-2: Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999.

Parameter	Probennahme- bzw. Untersuchungszeitpunkt	
	1998	1999
Oenologische Parameter:		
Anschnitt (Augenzahl)	03.05.	27.05.
Triebzahl	03.05.	27.05.
Triebblängen	03.05.	27.05.
Gipfellaubgewicht	29.06.	18.06.
Blattchlorophyllgehalt	17.6. (Blüte) 21.8. (Veraison) 14.10. (Lese)	15.6. (Blüte) 19.8. (Veraison) 5.10. (Lese)
Beeren- und Traubenparameter, Most- und Ertragsparameter	22.10.	14.10.
Blattnährstoffanalysen	17.6. (Blüte) 21.8. (Veraison) 14.10. (Lese)	15.6. (Blüte) 27.8. (Veraison) 5.10. (Lese)
Rebwuchs	28.08.	27.08.
Schnittholzgewicht	04.03.1999	02.03.2000
Bodenkundliche und bodenbiologische Parameter:		
Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Minicontainer	-	01.07. - 06.08. 01.07. - 10.09. 01.07. - 15.19.
Bait-Lamina-Test	-	18.06. - 01.07. 17.08. - 31.08.
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der bodenbiologischen Untersuchungen	-	24.06. 17.08.
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Bodenfauna	-	24.06. 17.08.
Reblauspopulationen:		
Befallshäufigkeit, Befallsintensität	25.5. 22.6. 27.7. 24.8. 22.9.	26.5. 21.6. 20.7. 25.8. 24.9.

Tab. 24-3: Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999

Parameter	Probennahme- bzw. Untersuchungszeitpunkt	
	1998	1999
Oenologische Parameter:		
Anschnitt (Augenzahl)	04.05.	27.05.
Triebzahl	04.05.	27.05.
Triebtlängen	04.05.	27.05.
Gipfellaubgewicht	9.7.	5.07.
Blattchlorophyllgehalt	19.06. (Blüte) 21.08. (Veraison) 1.10. (Lese)	16.06. (Blüte) 28.08. (Veraison) 29.09. (Lese)
Beeren- und Traubenparameter, Most- und Ertragsparameter	1.10.	30.9.
Blattnährstoffanalysen	19.06. (Blüte) 21.08. (Veraison) 1.10. (Lese)	16.06. (Blüte) 28.08. (Veraison) 29.09. (Lese)
Rebwuchs	21.8.	28.8.
Schnittholzwgewicht	02.03.1999	28.02.2000
Bodenkundliche und bodenbiologische Parameter:		
Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Minicontainer	-	-
Bait-Lamina-Test	-	-
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der bodenbiologischen Untersuchungen	-	-
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Bodenfauna	-	-
Reblauspopulationen:		
Befallshäufigkeit, Befallsintensität	26.05. 23.06. 28.07. 25.08. 23.09.	25.05. 23.06. 21.07. 23.08. 20.09.

Tab. 24-4: Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Kiedrich 2 in den Jahren 1998 und 1999

Parameter	Probennahme- bzw. Untersuchungszeitpunkt	
	1998	1999
Oenologische Parameter:		
Anschnitt (Augenzahl)	05.05.	26.05.
Triebzahl	05.05.	26.05.
Triebblängen	05.05.	26.05.
Gipfellaubgewicht	13.07.	5.07.
Blattchlorophyllgehalt	20.06. (Blüte) 21.08. (Veraison) 23.09. (Lese)	12.06. (Blüte) 13.8. (Veraison) 22.09. (Lese)
Beeren- und Traubenparameter, Most- und Ertragsparameter	23.09.	22.09.
Blattnährstoffanalysen	20.06. (Blüte) 21.08. (Veraison) 23.09. (Lese)	12.06. (Blüte) 13.08. (Veraison) 22.09. (Lese)
Rebwuchs	21.08.	20.08.
Schnittholzgewicht	26.02.1999	22.02.2000
Bodenkundliche und bodenbiologische Parameter:		
Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Minicontainer	-	-
Bait-Lamina-Test	-	-
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der bodenbiologischen Untersuchungen	-	-
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Bodenfauna	-	-
Reblauspopulationen:		
Befallshäufigkeit, Befallsintensität	26.05. 23.06. 28.07. 25.08. 23.09.	25.05. 23.06. 21.07. 23.08. 20.09.

Tab. 24-5: Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999

Parameter	Probennahme- bzw. Untersuchungszeitpunkt	
	1998	1999
Oenologische Parameter:		
Anschnitt (Augenzahl)	02.05.	28.05.
Triebzahl	02.05.	28.05.
Triebblängen	02.05.	28.05.
Gipfellaubgewicht	10.7.	22.06.
Blattchlorophyllgehalt	17.6. (Blüte) 21.08. (Veraison) 2.10. (Lese)	15.06. (Blüte) 23.08. (Veraison) 2.10. (Lese)
Beeren- und Traubenparameter, Most- und Ertragsparameter	6.10.	
Blattnährstoffanalysen	17.06. (Blüte) 21.08. (Veraison) 2.10. (Lese)	15.06. (Blüte) 23.08. (Veraison) 2.10. (Lese)
Rebwuchs	21.08.	23.08.
Schnittholzgewicht	24.02.1999	07.03.2000
Bodenkundliche und bodenbiologische Parameter:		
Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Minicontainer	-	-
Bait-Lamina-Test	-	-
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der bodenbiologischen Untersuchungen	-	24.06. 17.08.
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Bodenfauna	-	-
Reblauspopulationen:		
Befallshäufigkeit, Befallsintensität	25.05. 22.06. 27.07. 24.08. 22.09.	27.05. 22.06. 19.07. 24.08. 21.09.

Tab. 24-6: Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Eltville in den Jahren 1998 und 1999

Parameter	Probennahme- bzw. Untersuchungszeitpunkt	
	1998	1999
Oenologische Parameter:		
Anschnitt (Augenzahl)	03.05.	28.05.
Triebzahl	03.05.	28.05.
Triebblängen	03.05.	28.05.
Gipfellaubgewicht	29.06.	22.06.
Blattchlorophyllgehalt	17.06. (Blüte) 26.08 (Veraison) 12.10. (Lese)	13.06. (Blüte) 24.08. (Veraison) 5.10. (Lese)
Beeren- und Traubenparameter, Most- und Ertragsparameter	13.10.	-
Blattnährstoffanalysen	17.06. (Blüte) 26.08 (Veraison) 12.10. (Lese)	10.06. (Blüte) 23.8. (Veraison) 29.09. (Lese)
Rebwuchs	26.08.	24.08.
Schnittholzgewicht	22.02.1999	21.02.2000
Bodenkundliche und bodenbiologische Parameter:		
Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Minicontainer	-	-
Bait-Lamina-Test	-	-
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der bodenbiologischen Untersuchungen	-	-
Abiotische Bodenparameter im Rahmen der Bodennährstoffanalysen	31.03.	11.05.
Bodenfauna	-	-
Reblauspopulationen:		
Befallshäufigkeit, Befallsintensität	27.05. 24.06. 29.07. 26.08. 24.09.	27.05. 22.06. 27.07. 24.08. 21.09.

2.5 Standortbeschreibungen mit Angaben zur Bearbeitung der Versuchsflächen

Nachstehend erfolgt eine Charakterisierung der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Versuchsflächen. Eine Übersicht der Hauptversuchsflächen im Anbaugbiet Rheingau zeigt die Abb. 25-1.

Versuchsfläche Geisenheim: Diese Rebanlage liegt in der Gemarkung Geisenheim und gehört der Großlage Burgweg, Lage Mönchspfad an. Diese genutzte Anlage liegt 150 m über NN und hat eine südliche bis süd-westliche Hangneigung von 2° bis 4°. Die Bodenkennwerte dieser Versuchsfläche sind der Tabelle 25-1 zu entnehmen. Angaben verschiedener weiterer Standorteigenschaften finden sich in Tabellen 25-1. Auf der Versuchsanlage wurde 1985 die Edelreissorte „Weißer Riesling“ auf der Unterlagssorte 5 C (*V. berlandieri* x *V. riparia*) gepflanzt. Die Zeilenbreite beträgt 200 cm, der Stockabstand 135 cm. Die Größe der Ertragsanlage beträgt 1985 m² wobei 1580 m² für die Versuche genutzt wurden. Im Versuch befinden sich 10 Rebzeilen mit durchschnittlich 58 Stock, also ca. 585 Rebstöcke. Jede zweite Zeile ist alternierend im jährlichen Wechsel begrünt. Die kommerziell genutzte Anlage wird sehr arbeitsintensiv bewirtschaftet, wobei die Düngemaßnahmen bis 1997 auf einem jährlichen Humuseintrag auf Basis von Stallmist (Pferde-, Rinder- oder Hühnermist) beruhen. Die im Rahmen der Freilandversuche durchgeführten Boden- und Stockarbeiten bzw. Düngemaßnahmen sind der Tab. 24-1 zu entnehmen. Ein starker Befall der Rebwurzeln mit Reblaus wurde seit dem Jahr 1988 vom Reblausdienst (Weinbauamt Eltville) beobachtet, ohne dass in den Versuchsjahren Rückgangerscheinungen an den Rebstöcken oder ein Absterben der Rebstöcke zu erkennen waren.

Versuchsfläche Kiedrich 1: Die mit Blauem Spätburgunder auf SO 4 bepflanzten Rebanlage Kiedrich 1 gehört zur Großlage Heiligenstock. Die 1994 angelegte Ertragsanlage umfasst 3109 m². Die Zeilenbreite der Anlage beträgt 200 cm, der Stockabstand 130 cm, sodass jedem Rebstock ein Standraum von 2,6 m² zur Verfügung steht. Für die Versuche werden 10 Rebzeilen mit durchschnittlich 110 Stock genutzt, womit die Gesamtstockzahl dieser Versuchsfläche ca. 1100 beträgt. Die stark arbeitsextensiv bewirtschaftete Rebanlage befindet sich in einem sehr schlechten Allgemeinzustand. Durch die mangelnde, sehr kostenextensive Bewirtschaftung konnte ein sehr schlechter Wuchs der Rebstöcke bereits bei der Junganlage festgestellt werden.



VF 1 (Versuchsfläche Geisenheim)

Edelreis: Weißer Riesling; Unterlagsrebsorte: 5C
 Gemarkung: Geisenheim; Großlage: Burgweg; Lage: Mönchspfad
 Zeilenbreite: 200 cm; Stockabstand: 135 cm
 Fläche im Versuch: 1580 m²
 Anzahl Rebstöcke: 585

VF 2 (Versuchsfläche Kiedrich 1 Spb)

Edelreis: Blauer Spätburgunder; Unterlagsrebsorte: SO 4
 Gemarkung: Kiedrich; Großlage: Heiligenstock;
 Zeilenbreite: 200 cm; Stockabstand: 130 cm
 Fläche im Versuch: 2870 m²
 Anzahl Rebstöcke: 1102

VF 3 (Versuchsfläche Kiedrich 2 Mth)

Edelreis: Müller-Thurgau; Unterlagsrebsorte: 5 BB
 Gemarkung: Kiedrich; Großlage: Heiligenstock;
 Zeilenbreite: 200 cm; Stockabstand: 142 cm
 Fläche im Versuch: 3878 m²
 Anzahl Rebstöcke: 1100

VF 4 (Versuchsfläche Rüdesheim)

Edelreis: Blauer Spätburgunder; Unterlagsrebsorte: 5 C
 Gemarkung: Rüdesheim; Großlage: Burgweg; Lage: Bischhofsberg
 Zeilenbreite: 160 cm; Stockabstand: 120 cm
 Fläche im Versuch: 1317 m²
 Anzahl Rebstöcke: 686

VF 5 (Versuchsfläche Eltville)

Edelreis: Weißer Riesling; Unterlagsrebsorte: 5 C
 Gemarkung: Eltville; Großlage Steinmächer; Lage: Kalbspflicht
 Zeilenbreite: 165 cm; Stockabstand: 130 cm
 Fläche im Versuch: 1452 m²
 Anzahl Rebstöcke: 585

VF 6 (Versuchsfläche Hattenheim)

Edelreis: Blauer Spätburgunder; Unterlagsrebsorte: SO 4
 Gemarkung: Hattenheim; Großlage Deutelsberg;
 Zeilenbreite: 188 cm; Stockabstand: 130 cm
 Fläche im Versuch: 2079 m²
 Anzahl Rebstöcke: 852

Abb. 25-1: Versuchsflächenübersicht der Versuchsflächen im Anbaugebiet Rheingau
 Bildquelle: Google Earth

Tab. 25-1: Bodenkennwerte der Versuchsflächen im Anbaugebiet Rheingau nach LÖHNERTZ et al. 2004.

Parameter	Charakteristik und Kenndaten
VF Geisenheim	
Bodengruppe:	1: tiefgründig meist frisch, kalkfrei bis schwach kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	Lößlehm mit zum Teil schwacher Terrassenbeimengung
Untergrund	ab 6 - 10 dm, zum Teil ab 10 - 15 dm pleistozäne Terrassenkiese zum Teil Lößreste (zwischen 10 -12 dm)
Bodenart:	
Rigolhorizont	sandig-schluffiger Lehm bis Lehm, kiesig
Untergrund	sandiger Lehm über Kies und Sand
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	0%
Untergrund	0 - 10 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel, Feldkapazität mittel bis hoch; Wasserhaushalt meist ausgeglichen (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	keine
VF Kiedrich 1	
Bodengruppe:	1: tiefgründig meist frisch, kalkfrei bis schwach kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	6-15 dm Lößlehm oder Lößhanglehm mit zum Teil Terrassenbeimengung
Untergrund	ab 6 - 15 dm Löß zum Teil schwach verlehmt
Bodenart:	
Rigolhorizont	6 - 15 dm sandiger bis toniger Lehm zum Teil schwach kiesig
Untergrund	ab 6 - 15 dm schwach lehmiger Feinsand bis Lehm
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	0-2 % (zwei kleine Bodeninseln innerhalb der Fläche mit 8-30 %)
Untergrund	15 - 30 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis hoch; Feldkapazität hoch; Wasserhaushalt meist ausgeglichen (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	keine
VF Kiedrich 2	
<p>Der Boden dieser Versuchsfläche gehört verschiedenen Bodengruppen bzw. Bodenarten an jeweils ca. ein Fünftel der Fläche ausmachen.</p> <p>Bei der Festlegung der Versuchsanordnungen wurden diese Umstände berücksichtigt</p>	
Teilfläche 1	
Bodengruppe:	1: tiefgründig, trocken bis frisch, meist kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	10 - 15 dm Löß und Lößlehm, zum Teil mit schwacher Terrassenbeimengung
Untergrund	ab 10 - 15 dm pleistozäne Terrasse
Bodenart:	
Rigolhorizont	10 - 15 dm feinsandiger Lehm bis Lehm, schwach kiesig
Untergrund	ab 10 - 15 dm Sand bis lehmiger Sand, schwach kiesig bis kiesig
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	5 - 15 %
Untergrund	0 - 2 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis hoch; Feldkapazität hoch; Böden neigen zur Austrocknung (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	Keine kalkhaltigen Dünger verwenden

Tab. 25-1 Fortsetzung

Parameter	Charakteristik und Kenndaten
Teilfläche 2	
Bodengruppe:	5: tiefgründig, trocken bis frisch, meist kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	6 - 10 dm Löß und Lößlehm, zum Teil mit schwacher Terrassen- und Meeresbeimengung
Untergrund	ab 6 - 10 dm pleistozäne Terrasse, zum Teil tertiärer Meeressand
Bodenart:	
Rigolhorizont	6 - 10 dm feinsandiger Lehm bis Lehm, schwach kiesig
Untergrund	ab 6 - 10 dm Sand bis lehmiger Sand, schwach kiesig bis kiesig
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	1 - 15 %
Untergrund	0 - 2 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit gering bis mittel; Feldkapazität hoch bis mittel; Böden neigen zur Austrocknung (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	In Trockenjahren örtliche Beregnung empfehlenswert, Dauerhumuszufuhr günstig, keine kalkhaltigen Dünger verwenden
Teilfläche 3	
Bodengruppe:	1: tiefgründig, trocken bis frisch, meist kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	10 - 15 dm Lößhanglehm mit geringer Terrassenbeimengung
Untergrund	ab 10 - 15 dm pleistozäne Terrasse, zum Teil mit Lößlehmbeimengungen
Bodenart:	
Rigolhorizont	10 - 15 dm Lehm bis toniger Lehm, schwach kiesig
Untergrund	ab 10 - 15 dm toniger Lehm bis sandiger-lehmiger Ton, kiesig bis
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	0 - 2 %
Untergrund	0%
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis hoch; Feldkapazität hoch; Wasserhaushalt im allgemeinen ausgeglichen (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	keine
Teilfläche 4	
Bodengruppe:	5: tiefgründig, trocken bis frisch, meist kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	Lößlehm mit geringer Terrassenbeimengung
Untergrund	lehmig-tonig, pleistozäne Kiese und Sande, zum Teil tertiärer Ton
Bodenart:	
Rigolhorizont	Lehm bis toniger Lehm
Untergrund	toniger Lehm, schwach kiesig bis kiesig
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	0%
Untergrund	0%
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis gering; Feldkapazität hoch; Wasserhaushalt meist ausgeglichen (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	keine
Teilfläche 5	
Bodengruppe:	5: tiefgründig, trocken bis frisch, meist kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	Lößhanglehm, zum Teil mit Löß-, Ton, und/oder Phyllitbeimengung
Untergrund	Lößhanglehm, zum Teil mit Löß-, tertiärer Ton, und/oder Phyllitbeimengung
Bodenart:	
Rigolhorizont	Lehm bis toniger Lehm, schwach kiesig

Tab. 25-1 Fortsetzung

Parameter	Charakteristik und Kenndaten
Untergrund	Lehm bis toniger Lehm, schwach kiesig
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	5 - 15 %
Untergrund	0 - 2 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis hoch; Feldkapazität meist hoch; Wasserhaushalt meist ausgeglichen (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	keine
VF Rüdesheim	
Bodengruppe:	5: tiefgründig, trocken bis frisch, meist kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	3-6 dm Löß zum Teil mit Terrassenbeimischungen (Sand u. Kies)
Untergrund	ab 3-6 dm Löß
Bodenart:	
Rigolhorizont	3-6 dm stark sandiger bis sandiger Lehm zu Teil schwach kiesig
Untergrund	ab 3-6 dm lehmiger Sand bis stark lehmiger Sand
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	8 - 30 %
Untergrund	15 - 30 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis gering, Feldkapazität hoch bis mittel; Böden neigen zur Austrocknung (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	In Trockenjahren örtliche Beregnung empfehlenswert, Dauerhumuszufuhr günstig, Untergrundlockerung nützlich; keine kalkhaltigen Dünger verwenden
VF Eltville	
Bodengruppe:	1: tiefgründig meist frisch, kalkfrei bis schwach kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	6-15 dm Löß und Lößhanglehm, zum Teil mit geringen Terrassenbeimengung
Untergrund	ab 6 - 15 dm Löß zum Teil schwach verlehmt
Bodenart:	
Rigolhorizont	6 - 15 dm sandiger Lehm, bis Lehm zum Teil schwach kiesig
Untergrund	ab 6 - 15 dm lehmiger Sand bis stark sandiger Lehm
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	0 - 2 %
Untergrund	15 - 30 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis hoch; Feldkapazität hoch bis mittel; Wasserhaushalt meist ausgeglichen (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	in Trockenjahren örtliche Beregnung empfehlenswert
VF Hattenheim	
Bodengruppe:	1: tiefgründig meist frisch, kalkfrei bis schwach kalkhaltig
Ausgangsgestein:	
Rigolhorizont	6-15 dm Lößlehm oder Lößhanglehm mit zum Teil Terrassenbeimengung
Untergrund	ab 6 - 15 dm Löß zum Teil schwach verlehmt
Bodenart:	
Rigolhorizont	6 - 15 dm sandiger bis toniger Lehm zum Teil schwach kiesig
Untergrund	ab 6 - 15 dm schwach lehmiger Feinsand bis Lehm
Kalkgehalt:	
Rigolhorizont	0-2 % (zwei kleine Bodeninseln innerhalb der Fläche mit 8-30 %)
Untergrund	15 - 30 %
Wasserhaushalt:	Wasserdurchlässigkeit mittel bis hoch; Feldkapazität hoch; Wasserhaushalt meist ausgeglichen (bezogen auf 1m Mineralboden gemessen als Mineralbodenoberkante)
Mellorationshinweise:	keine

Die Bodenkennwerte dieser Versuchsfläche sind in Tab. 25-1 wiedergegeben. Angaben zu Düngemaßnahmen und Bewirtschaftung finden sich in Tab. 24-1 und 25-2. Der Reblausdienst (Weinbauamt Eltville) hat im Jahr 1995 erstmals einen starken Befall der Wurzeln mit Reblaus festgestellt. Die für eine Anlage dieses Alters untypischen Wuchsbeeinträchtigungen der Reben waren stark ausgeprägt.

Versuchsfläche Kiedrich 2: Die Versuchsfläche Kiedrich 2 liegt in der Großlage Heiligenstock. Diese Rebfläche wurde im Jahr 1989 mit der Edelreissorte Müller-Thurgau auf der Unterlagsrebsorte 5BB bepflanzt. Die 3878 m² große Versuchfläche weist einen Rebbestand von 1200 Rebstöcken mit durchschnittlich 120 Rebstöcken je Zeile auf. Für die Versuche wurden 10 Rebzeilen genutzt. Die Zeilenbreite betrug 200 cm, der Stockabstand 142 cm. Somit steht jedem Rebstock dieser Anlage ein Standraum von 2,84 m² zur Verfügung. Standorttypische Kennwerte können der Tabelle 25-1 entnommen werden. Angaben zu Bewirtschaftungsmaßnahmen sind in den Tabellen 25-1 und 25-2 wiedergegeben. Die Anlage wies in den Versuchsjahren einen sehr schlechten Wuchs auf, was auch auf eine schlechte Wasserversorgung der Rebstöcke zurückgeführt werden konnte. Die Anlage wurde sehr kosten- und arbeitsextensiv bewirtschaftet. Reblausbefall an den Wurzeln der Rebstöcke wurde vom Reblausdienst (Weinbauamt Eltville) erstmals 1994 festgestellt. Dabei konnten herdförmige Rückgangerscheinungen im Wuchs der Rebstöcke festgestellt werden. Diese herdförmigen Wuchsdepressionen waren an mehreren Stellen der Rebanlage vorhanden.

Versuchsfläche Rüdesheim: In der Gemarkung Rüdesheim, Großlage Burgweg, Lage Bischhofsberg liegt die 2578 m² umfassende Versuchsfläche Rüdesheim. In dieser Rebanlage wurde 1988 die Rebsorte Blauer Spätburgunder auf der Unterlagsrebsorte 5C gepflanzt. Mit 160 cm Zeilenbreite und 120 cm Stockabstand steht den Rebstöcken auf dieser Anlage ein Standraum von 1,92 m² zur Verfügung. Für die Versuche wurden 12 Rebzeilen mit je 57 Stock genutzt. Die Gesamtstockzahl der Versuche beträgt somit 686, die Größe der für die Versuche genutzten Fläche 1317 m². Weitere standortspezifische Angaben zu Bodenparametern sind in der Tabelle 25-1 aufgeführt. Diese Ertragsrebfläche wurde sehr kosten- und arbeitsextensiv bewirtschaftet, wodurch sich ein sehr schlechter Wuchszustand (siehe auch Kap. 9.3.3.4.3) der Rebstöcke zeigte. Angaben zu Bewirtschaftungsmaßnahmen während der Versuchsdurchführung finden sich in Tabelle 25-1 und 25-2.

Im Jahr 1992 wurde erstmals ein Befall der Rebwurzeln mit Reblaus festgestellt (Reblausdienst Weinbauamt Eltville). Im unteren Drittel der Anlage waren dabei auch starke herdförmige Rückgangserscheinungen (Kap. 9.3.3.4.3) im Wuchs der Reben sichtbar.

Versuchsfläche Eltville: Die 1452 m² große Versuchsfläche Eltville gehört zur Großlage Steinmächer, Lage Kalbspflicht. Angebaut wird die Rebsorte Weißer Riesling, bei der Unterlagsrebsorte handelt es sich um 5C. Die 1987 gepflanzte Ertragsanlage wurde mit einer Zeilenbreite von 165 cm und einem Stockabstand von 130 cm angelegt; einem Rebstock stehen somit 2,7 m² Standraum zur Verfügung. Im Versuch befanden sich 8 Reihen mit je circa 80 Stock. Die Gesamtstockzahl der Anlage betrug 640. Bodenparameter sind in Tab. 25-1 dargestellt. Auch diese Rebanlage wurde sehr kosten- und arbeitsintensiv bewirtschaftet und wies somit in der Folge der Bewirtschaftung und des Reblausbefalls einen sehr schlechten Allgemeinzustand auf. Die Bewirtschaftungsmaßnahmen während der Versuchsdauer sind der Tabelle 25-1 und 25-2 zu entnehmen. Ein Reblausbefall wurde vom Reblausdienst des Weinbauamts Eltville erstmals im Jahr 1992 beobachtet. Zu diesem Zeitpunkt konnten auch leichte Wuchsdepressionen an 5 Rebstöcken sowie einige Fehlstöcke in der Mitte der Anlage festgestellt werden.

Versuchsfläche Hattenheim: Die Versuchsfläche Hattenheim umfasst 2079 m² auf welchen Blauer Spätburgunder auf der Unterlagsrebsorte SO 4 angepflanzt wurden. Sie liegt in der Gemarkung Hattenheim in der Großlage Deutelsberg. Die 852 im Versuch genutzten Rebstöcke wurden 1978 mit einer Zeilenbreite von 188 cm und einem Stockabstand von 130 cm gepflanzt. Die Rebanlage wurde kostenintensiv mit geringem Arbeitsansatz bewirtschaftet. Jede zweite Zeile der Anlage ist begrünt. Der Wuchs der Reben dieser Versuchsfläche war gehemmt. Der Reblausdienst (Weinbauamt Eltville) stellte seit ca. 1994 einen Reblausbefall in dieser Rebanlage fest.

Versuchsfläche Herxheim: Diese im Rahmen der Entwicklung des Rebwuchsbonitursystems untersuchte Rebanlage umfasst 15600 m² und wurde in den Jahren 1980 bis 1984 mit Scheurebe auf 5C bepflanzt. Sie liegt in der Gemarkung Herxheim, Großlage Kirchstück. Die Reben wurden mit einem Zeilenabstand von 200 cm und einem Stockabstand von 130 cm gepflanzt. Negative Beeinträchtigungen des Rebwuchses werden seit mehreren Jahren beobachtet, wobei als Schadursachen viele Jahre Frostschäden sowie Reblausbefall angesehen wurden. Im Jahr 2007 wurde auf dieser Rebanlage ein weitläufiges

starkes Auftreten des Wurzelschimmelerregers *Roesleria subterranea* (Redhead (1984), Kirchmaier et al. (2007)) festgestellt (mündl. Mitt. HUBER, HUBER 2007, HUBER et al. 2009). Seit dem Jahr 2005 werden vom Besitzer intensive Nachpflanzungen betrieben. Im Jahr 2008 waren von den insgesamt 5236 Stock der Rebanlage 2522 abgestorben und teilweise bereits wieder nachgepflanzt. Von diesen 1658 seit 2005 nachgepflanzten Rebstöcken waren im Jahr 2008 28 % bereits wieder abgestorben, weitere 65 % zeigten einen schlechten Wuchs oder waren nahezu abgestorben (MÜNDL. MITT. HUBER). Bodenkennwerte zu dieser Rebanlage liegen nicht vor.

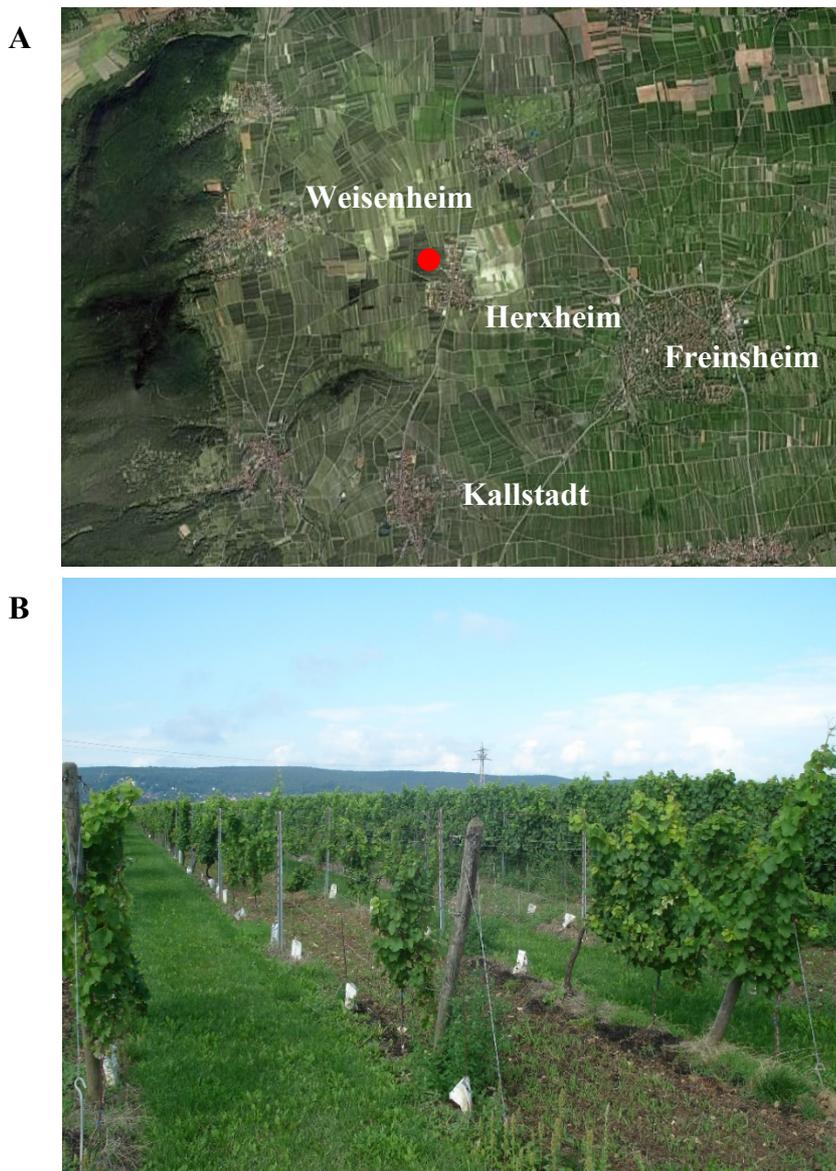


Abb. 25-2: Versuchsfläche Herxheim im Rahmen der Validierung des Rebwuchsbonitursystems.

A. Lage der Versuchsfläche; **B.** Ausschnitt aus der Versuchsfläche mit Altstöcken, abgestorbenen Altstöcken, Fehlstöcken, Nachpflanzungen sowie abgestorbenen Nachpflanzungen

Tab. 25-2: Angaben zu Bewirtschaftungsmaßnahmen während der Versuchsdurchführung

A. Versuchsfläche Geisenheim							
Bearbeitungsart	Datum						
Stockarbeiten							
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ausbrechen	20.5.	17.5.	15.5.	22.5.	28.5.	8.5.	7.6.
Heften	19.6.	23.6.	23.5. 23.6.	29.5. 28.6.	4.6. 26.6.	14.5. 18.6.	11.6. 29.6.
Laubschnitt	1.7. 31.7. 27.8.	25.6. 23.7. 12.8.	27.6. 25.7. 27.8.	2.7. 27.7. 23.8.	29.6. 23.7. 16.8.	24.6. 30.7.	2.7. 27.7. 12.8.
Bodenbearbeitung							
Fräsen (jede zweite Gasse, Umbruch grüne Gasse nur Variante KSS und Organisch)	23.4. 28.5.			5.5.		2.5.	
Lockerung mit Schwergarbe (jede zweite Gasse)		28.5.	24.5.	27.5.	30.5.	20.5.	28.5.
Mulchen jede zweite Gasse	18.2. 29.5. 19.7. 14.8.	5.2. 8.5. 16.7. 12.8.	9.6. 27.6. 25.7. 27.8.	14.6. 2.7. 27.7. 23.8.	7.6. 29.6. 23.7. 16.8.	2.6. 24.6. 30.7.	10.6. 2.7. 27.7. 12.8.
Grubbern (jede zweite Gasse)	4.6. 20.7. 12.8.	27.5. 25.6.	10.6. 7.7. 14.8. 30.8.	8.6. 5.7. 25.7. 16.8.	11.6. 8.7. 31.7. 22.8.	9.6. 30.6. 24.7. 19.8.	14.6. 12.7. 3.8. 26.8.

B. Versuchsfläche Kiedrich 1							
Bearbeitungsart	Datum						
Stockarbeiten							
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ausbrechen	9.6.	22.5.	12.5.	19.5.	25.5.	10.5.	3.6.
Heften	9.6.	5.6.	20.5. 6.7.	26.5. 30.6.	1.6. 22.6.	17.5. 14.6.	8.6. 26.6.
Laubschnitt	10.7. 19.8.	12.7. 17.8.	7.7. 30.8.	14.7. 4.8.	20.7. 10.8.	28.6. 26.7.	14.7. 17.8.
Bodenbearbeitung							
Zwischenstock-Bodenbearbeitung (mit Flachschar)	30.7.	15.06.					
Fräsen (jede zweite Gasse)	4.5.	7.5.		21.4.	27.04.		23.04.
Tiefenlockern	30.7.	7.7.			6.4.		16.04.
Mulchen (jede zweite Gasse)	14.4. 9.7.	17.3. 12.7.	28.4. 7.7. 1.8.	20.6. 7.7.	26.4. 16.8.	9.8.	21.8.
Grubbern (jede zweite Gasse)	23.4. 30.5. 24.7. 31.8.	28.4. 12.5. 15.06. 19.7.	10.6. 7.7. 14.8. 30.8.	14.7. 4.8.	20.7. 10.8. 31.8.	28.6. 26.7.	12.6. 14.7. 17.8. 4.9.

C. Versuchsfläche Kiedrich 2		
Bearbeitungsart	Datum	
Stockarbeiten		
	1998	1999
Ausbrechen	22.6.	17.6.
Heften	22.6.	17.6.
Laubschnitt	14.7. 17.8. 11.9.	9.7. 12.8. 2.9.
Bodenbearbeitung		
Fräsen (jede zweite Gasse, Umbruch grüne Gassen)	14.5.	
Lockerung mit Schwergarber (jede zweite Gasse)		20.5.
Unterstockbodenbearbeitung	9.6. 30.6. 3.8.	15.6. 5.7. 18.8.
Mulchen (jede zweite Gasse)	9.6. 30.6.	15.6. 5.7.
Grubbern (jede zweite Gasse)	23.7. 3.8.	29.7. 18.8.

D. Versuchsfläche Rüdesheim			
Bearbeitungsart	Variante	Datum	
<u>Stockarbeiten</u>			
		1998	1999
Ausbrechen		19.5.	10.5.
Heften		8.6.	1.6.
		23.6.	18.6.
Laubschnitt		14.7.	10.7.
<u>Bodenbearbeitung</u>			
Fräsen (jede zweite Gasse)	Alle	18.5.	12.5.
Tiefenlockern	40 NPK		
	120 NPK	9.4.	18.5.
	120 KSS	9.4.	18.5.
	Organisch		
Mulchen (jede Gasse)	40 NPK		
	120 NPK	19.3.	29.4.
	120 KSS	19.3.	29.4.
	Organisch	19.3.	29.4.
Mulchen (jede zweite Gasse)	Alle	31.7.	10.7.
Grubbern (jede Gasse)	40 NPK		
	120 NPK	29.6.	16.6.
	120 KSS	29.6.	16.6.
	Organisch	29.6.	16.6.

E. Versuchsfläche Kiedrich 2		
Bearbeitungsart	Datum	
<u>Stockarbeiten</u>		
	1998	1999
Ausbrechen	3.6.	9.6.
Heften	17.6.	1.6.
	30.6.	26.6.
Laubschnitt	2.7.	26.6.
	25.7.	22.7.
<u>Bodenbearbeitung</u>		
Zwischenstock (Bodenbearbeitung mit Flachschar)	9.5.	5.5.
	17.6.	9.6.
Fräsen (jede Gasse)	23.4.	15.4.
Grubbern (alle Gassen)	5.3.	30.3.
	20.3.	5.5.
	18.5.	7.6.
	27.6.	12.7.

Tab. 25-2 Fortsetzung

Die in der Arbeit verwendeten Versuchsflächen stellten im Rahmen der Arbeitshypothesen eine Bandbreite dar hinsichtlich der Bewirtschaftung und damit der Vorprägung der Flächen. Die außerordentliche intensive Bewirtschaftung der Fläche Geisenheim und die äußerst extensive Bewirtschaftung der Fläche Kiedrich 1 wird durch die zuvor aufgeführten Standortbeschreibungen und durch die aufgeführten Bearbeitungsmaßnahmen in der Tab.: 25-2 und im Anhang dargestellten Pflanzenschutzmaßnahmen (siehe Kap. 9.2.5.1(Tab. 25-3)) dokumentiert. Diese Vorprägung dieser beiden Flächen spiegelte sich auch Wuchsverhalten wider. **Im Laufe der langjährigen Versuche stellte sich daher heraus, dass die Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 in exemplarischer Weise hinsichtlich der Hypothese zum Einfluss der Bewirtschaftung auf die Rückgangerscheinungen an zusehen sind, sodass die Ergebnisse nur für diese beiden Versuchsflächen im Folgenden dargestellt werden.** Die Ergebnisse der anderen Versuchsflächen die ebenfalls im Material- und Methodenteil dargestellt wurden, werden im

Anhang (Kap. 9.3.3.3, 9.3.3.4, 9.3.3.5) aufgeführt und werden als zusätzliche unterstützende Erklärung bei der Diskussion herangezogen.

2.6 Statistische Methoden

Zur Datenerfassung und -verarbeitung wurden die Programme Lotus 123 und Microsoft Excel verwendet. Bei den graphischen Darstellungen fanden die Programme Statistika und SigmaPlot Anwendung. Für sämtliche statistischen Analysen wurde das Softwarepaket Statistika verwendet. Eine Ausnahme stellen die Ergebnisse der Blatt Nährstoffanalysen dar. Die zur Dateninterpretation genutzte Varianzanalyse wurde mit dem Programm StatView 5 durchgeführt. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte unter Verwendung des Programms Kaleidagraph 3.5 für Betriebssystem MacOS. Für die statistischen Vergleiche wurde die Blattdatenbank des Fachgebiets Bodenkunde der Forschungsanstalt Geisenheim herangezogen. Prinzipiell wurden bei allen Analysen vor der Durchführung statistischer Tests die Datensätze auf Normalverteilung (Sharpiro-Wilk) und graphisch die Homogenität der Varianzen geprüft. Waren die Voraussetzungen erfüllt wurde eine ANOVA durchgeführt, in allen anderen Fällen wurde der Mann-Whitney U-Test verwendet.

Konturdiagramme zur Bewertung der Wuchsdaten:

Für die Erzeugung der Konturdiagramme wurde das Softwareprogramm Statistika (Version 6.1; Statsoft) verwendet. Die erzeugten Konturdiagrammen dienen der Darstellung der potenziellen Beziehung zwischen der Lage der Rebstöcke und deren Wuchsstärke. Dabei wird die dreidimensionale Beziehung in zwei Dimensionen dargestellt, wobei der entsprechende x- und der y-Faktor (Prädiktoren) auf der x- beziehungsweise y-Skala abgetragen wird (Lage) und der Werte der Antwortvariablen (z; Wuchsstärke) durch die entsprechende Konturen dargestellt wird [$z = f(x,y)$]. Für die dargestellten Konturdiagramme wurde die Funktion der negativ exponentiellen KQ-Glättung verwendet. Für den Probenanteil, welcher die Fraktion der Gesamtzahl der zur Glättung verwendeten Datenpunkte definiert wurde der Standardwert 1 verwendet. Für den Polynomgrad wurde ebenfalls ein Standardwert von 1 verwendet.

Als ausschließlich deskriptives Verfahren wurde die Faktorenanalyse verwendet.

Faktorenanalyse: Im Kontext dieser Arbeit wurde die Faktorenanalyse einerseits zur Datenreduktion eingesetzt beispielsweise um im Falle der Validierung des Rebwuchsbontursystems die Anzahl der von der entsprechenden Wuchsklasse abhängigen bzw. unabhängigen Variablen (vegetative und generative Messparameter) zu verringern.

Andererseits sollte dieses explorative Verfahren genutzt werden um Interaktionen zwischen den Variablen beispielsweise von Wuchsklasse und vegetativen Parametern der Reben aufzudecken, also im Sinne einer Klassifikationsmethode. Grundlage der Faktorenanalyse ist die Reduktion zweier Variablen auf einen gemeinsamen Faktor, welcher im Wesentlichen eine Linearkombination beider Variablen darstellt. Bei der Faktorenanalyse wird diese Kombination zweier Variablen auf mehrere Variablen ausgedehnt. Hintergrund der Extraktion der Hauptkomponenten ist eine varianzmaximierende Drehung des originalen Variablenraumes, mit dem Ziel die Varianz (Variabilität) des die beiden Variablen beschreibenden Faktors zu maximieren, während die Varianz um die neue Variable minimiert wird. Trotz der Maximierung der Varianz bei der Berechnung des ersten Faktors besteht immer noch eine restliche Variabilität. Aus diesem Grund werden im Folgenden weitere Maximierungen dieser Varianzen durchgeführt, d.h. weitere Faktoren nacheinander extrahiert. Dabei korrelieren die Faktoren nicht, sondern sind unabhängig voneinander, da die einzelnen Faktoren so berechnet werden, dass sie die Varianz maximieren, die nicht von einem vorhergehenden Faktor erklärt wurde. Die Varianz, welche aus einem Faktor extrahiert wird, wird Eigenwert genannt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde für die Auswahl der Anzahl an auszuwählenden Faktoren das so genannte Kaiser-Kriterium verwendet. Dieses besagt, dass nur diese Faktoren beibehalten werden, welche Eigenwerte > 1 aufweisen. So ergeben sich beispielsweise für die im Falle der Faktorenanalyse zur Validierung des Rebwuchsbonitursystems (Kap. 3.1.1) zwei Faktoren (Hauptkomponenten) welche 53,7 % (Faktor 1) und 18,5 % (Faktor 2) der Varianz erklären bzw. Eigenwerte von 10,2 (Faktor 1) und 3,56 (Faktor 2) aufweisen. Da im Rahmen dieser Arbeit die Faktorenanalysen als rein explorative bzw. deskriptive genutzt wurde, werden die weiteren Maßzahlen dieser Analysemethode hier nicht weiter behandelt.

3 Ergebnisse

3.1 Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für den Rebwuchs

3.1.1 Rebwuchsbonitursystem

3.1.1.1 Faktorenanalyse zum Rebwuchsbonitursystem

In Abb. 31-1 ist das Ergebnis einer Faktorenanalyse verschiedener vegetativer und generativer Parameter der den Wuchsklassen zugeordneten Rebstöcke auf den Versuchsflächen Geisenheim (Kap.3.3.1), Kiedrich 1 (Kap.3.3.2), Kiedrich 2 (Kap. 9.3.3.3), Rüdesheim (Kap. 9.3.3.4) und Eltville (Kap. 9.3.3.5) aus den Jahren 1998 und 1999 sowie der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008 dargestellt. Bei den an den Rebstöcken bestimmten Messwerten handelt es sich um die Chlorophyllgehalte der Reblätter zur Blüte,

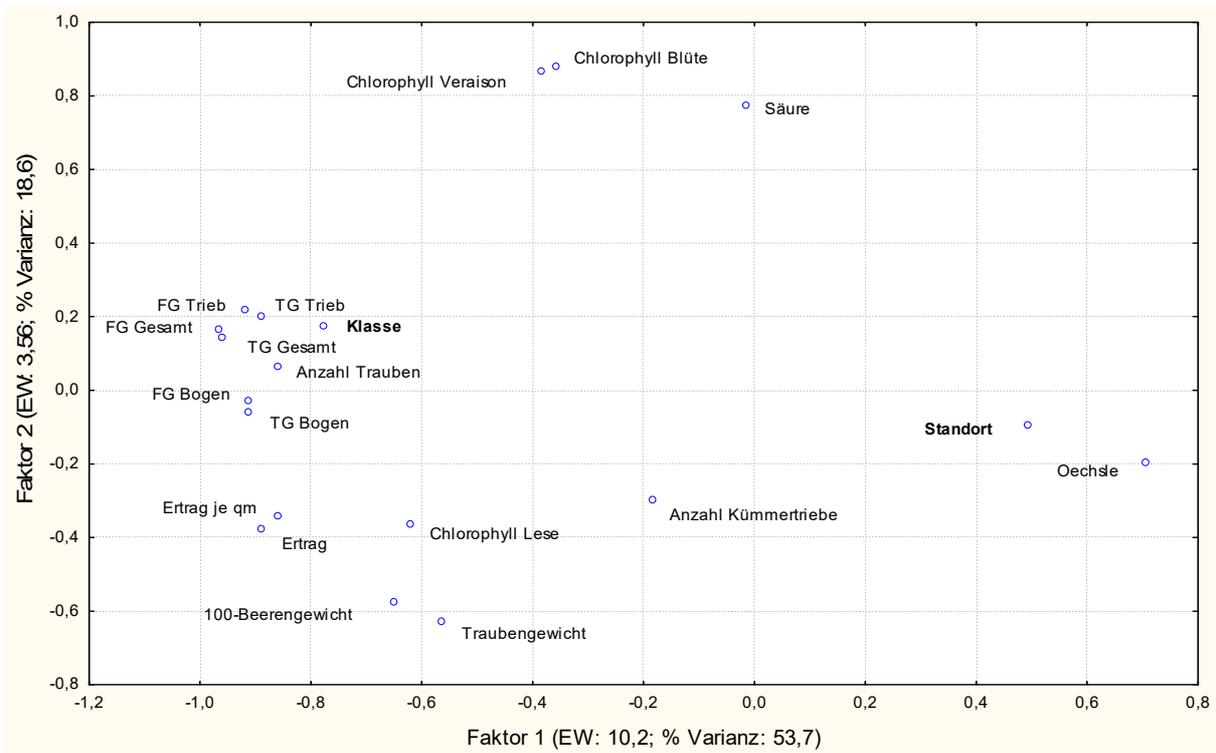


Abb. 31-1: Faktorenanalyse zur Validierung des Bonitursystems. Datenwerte der Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville aus den Jahren 1998 und 1999 sowie einer Versuchsfläche im Anbaugebiet Pfalz (Herxheim) aus dem Jahr 2008.

Als abhängige Parameter wurden gewählt: Chlorophyllgehalte der Reblätter zur Blüte, Veraison und Lese, die Anzahl der Kümmertriebe, Frisch- und Trockengewicht des einjährigen Holzes (Trieb), Frisch- und Trockengewicht des zweijährigen Triebes (Bogen), die Anzahl der Trauben, 100-Beerengewicht, Stockertrag, Stockertrag je Quadratmeter Standraum, sowie die Mostparameter Mostsäure und °Oechsle. Dargestellt sind zudem der Standort sowie die Wuchsklasse.

Veraison und Lese, die Anzahl der Kümmertriebe, das Frisch- und Trockengewicht des einjährigen Holzes (Trieb), das Frisch- und Trockengewicht des zweijährigen Triebes (Bogen), die Anzahl der Trauben, das 100-Beerengewicht, der Stockertrag, der Stockertrag je Quadratmeter Standraum, sowie die Mostparameter. Mostsäure und °Oechsle.

Die Abbildung 31-1 zeigt, dass die gemessenen vegetativen und generativen Parameter unterschiedlich stark mit den Wuchsklassen korrelieren, welche in dem Rebwuchsbonitursystem entwickelt wurden. Der Faktorenanalyse zur Folge am größten ist der Zusammenhang zwischen den Wuchsklassen und den vegetativen Wachstumsparametern Trockengewicht des einjährigen Holzes (TG Trieb), Frischgewicht des einjährigen Holzes (FG Trieb) sowie dem Gesamtfrisch und -trockengewicht des ein- und zweijährigen Holzes (FG und TG Gesamt). Ebenfalls ein starker Zusammenhang besteht zwischen den Wuchsklassen und dem generativen Wachstumsparameter der Anzahl an Trauben. Das Frisch- und Trockengewicht des zweijährigen Holzes zeigt ebenfalls einen engen Zusammenhang zu den Wuchsklassen. Wie den Ergebnissen der Faktorenanalyse weiterhin zu entnehmen, ist das Mostgewicht (Oechsle) der untersuchten Rebstöcke stark abhängig vom jeweiligen Standort, d.h. den Standortfaktoren wie Klima (siehe auch Anhang Kap. 9.2.5.2.) und Rebsorte. Die übrigen der gemessenen Parameter wie die Chlorophyllgehalte der Reblätter zur Blüte, Veraison und Lese, die Anzahl der Kümmertriebe, der absolute und relative Stockertrag, das 100-Beerengewicht, das Traubengewicht sowie die Mostsäure sind, nach den Ergebnissen der Faktorenanalyse zu urteilen, nur gering oder nicht mit den Klassen des Rebwuchsbonitursystems einerseits und dem Standort andererseits korreliert.

3.1.1.2 Zusammenhang zwischen Wuchsklassen Rebwuchsbonitursystem und untersuchten vegetativen und generativen Parameter der Rebe

Eine Übersicht über weitere statistische Zusammenhänge zwischen Wuchsklassen und Messparametern sollen die Abbildungen 31-2 bis 31-9 vermitteln. Wie bereits in Abb. 31-1 dargestellt, wurden über die im Folgenden dargestellten Ergebnisse (Gesamtholzfrisch und -trockengewicht des ein- und zweijährigen Holzes, Stockertrag, Blattchlorophyllgehalte zur Blüte, Veraison und Lese, Anzahl der Kümmertriebe und Mostgewicht) hinaus weitere vegetative und generative Rebstockparameter mit den Wuchsklassen korreliert. Die Ergebnisse dieser Parameter werden in der Ergebnisdarstellung und der Diskussion exemplarisch vorgestellt aber nicht gesondert aufgeführt (Porten & Huber unpubl.).

So sind in Abb. 31-2 die Frischgewichte des ein- und zweijährigen Holzes der Versuchsflächen Geisenheim (siehe auch Kap. 3.3.1.2.14), Kiedrich 1 (siehe auch Kap. 3.3.2.2.14), Kiedrich 2 (siehe auch Kap. 9.3.3.3.2.14), Rüdesheim (siehe auch Kap. 9.3.3.4.2.14) und Eltville (siehe auch Kap. 9.3.3.5.2.14) aus den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit der Wuchsklassen dargestellt. Wie ersichtlich konnten im Jahr 1998 statistisch signifikante Unterschiede im Gesamtholzfrischgewicht nur auf den Versuchsflächen Eltville und Rüdesheim festgestellt werden. Dabei wiesen die Rebstöcke der Klasse 9, auf der Versuchsfläche Eltville, ein statistisch signifikant höheres Gesamtholzfrischgewicht auf, als die der Wuchsklasse 7. Diese Tendenz wurde, allerdings nicht statistisch signifikant, auch auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 und Kiedrich 2 beobachtet. Auf der Versuchsfläche Eltville hingegen war das Gesamtholzfrischgewicht bei Reben der Wuchsklasse 9 etwas, aber nicht statistisch signifikant, geringer als bei den Reben der Klasse 7. Auf dieser Versuchsfläche unterschieden sich im Jahr 1998 die Reben der Wuchsklasse 5 mit geringeren Gesamtholzfrischgewichten statistisch signifikant von den Klassen 7 und 9. In der hier nicht dargestellten Einzelbetrachtung wiesen die Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 und Kiedrich 2 weder beim Holzfrischgewicht des ein- noch des zweijährigen Holzes statistisch signifikante Unterschiede zwischen Wuchsklassen auf. Auf der Versuchsfläche Eltville unterschied sich die Wuchsklasse 9 durch höhere Werte statistisch signifikant von der Wuchsklasse 7 sowohl hinsichtlich des Frischgewichtes des einjährigen als auch des zweijährigen Holzes. Auf der Versuchsfläche Rüdesheim unterschieden sich ebenfalls die Frischgewichte des ein- als auch des zweijährigen Holzes statistisch signifikant. Hier lagen die signifikanten Unterschiede allerdings zwischen der Wuchsklasse 5 einerseits und den Wuchsklassen 7 und 9 andererseits, wobei die Reben der Wuchsklasse 5 die geringeren Frischgewichte aufwiesen.

Im Jahr 1999 konnten weitere statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden. Die höchsten Gesamtholzfrischgewichte wiesen dabei stets die Reben der Wuchsklasse 9 auf. Auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2 und Eltville war daher der Unterschied dieser Wuchsklasse zur Wuchsklasse 7 statistisch signifikant. Nicht so auf der Versuchsfläche Rüdesheim. Zudem unterschied sich das Gesamtholzfrischgewicht auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 der Reben der Wuchsklasse 3 statistisch signifikant von den Wuchsklassen 5, 7 und 9. Auf dieser Versuchsfläche unterschieden sich die Reben der Wuchsklasse 9 statistisch signifikant auch von den Reben der Wuchsklassen 5 und 7. Dieser Unterschied lag auch auf den Versuchsflächen Kiedrich 2 und Rüdesheim vor.

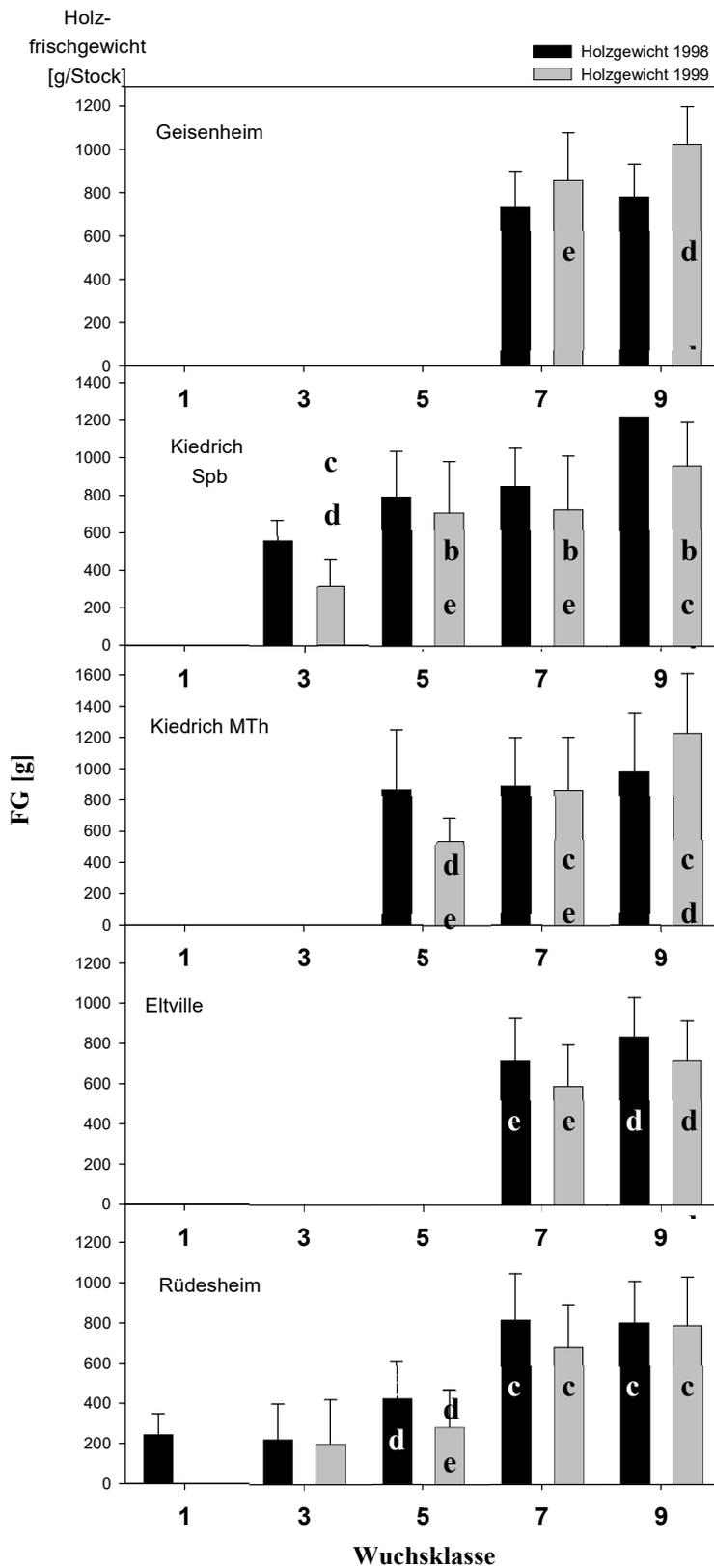


Abb. 31-2: Frischgewichte des ein- und zweijährigen Holzes in Abhängigkeit von den Wuchsklassen auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (MTh), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten. Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

Weitere statistisch signifikante Unterschiede wurden hinsichtlich der Gesamtfrischholzgewichte nicht festgestellt. In der Einzelbetrachtung des Frischgewichts des ein- und zweijährigen Holzes wurden die höchsten mittleren Frischgewichte ebenfalls stets bei den Reben der Wuchsklasse 9 festgestellt. Auf der Versuchsfläche Geisenheim wurde ein statistisch signifikanter Unterschied allerdings nur hinsichtlich des Frischgewichts der einjährigen Triebe ermittelt; zwischen den Wuchsklassen 7 und 9. Bei den Reben der Versuchsfläche Kiedrich 1 konnte die Wuchsklasse 3 statistisch signifikant sowohl hinsichtlich des Frischgewichts des ein- als auch des zweijährigen Holzes von allen anderen Wuchsklassen unterschieden werden. Zudem unterschied sich das Frischgewicht des einjährigen Holzes statistisch signifikant zwischen den Wuchsklassen 5 und 9 sowie den Wuchsklassen 7 und 9. Bezüglich des Frischgewichts des zweijährigen Holzes lag ein weiterer statistisch signifikanter Unterschied nur zwischen den Wuchsklassen 7 und 9 vor. Ähnlich die Ergebnisse der Versuchsvariante Kiedrich 2 im Jahr 1999. Die Reben der Wuchsklasse 5 wiesen sowohl das statistisch signifikant geringere Frischgewicht des ein- als auch des zweijährigen Holzes, im Vergleich zu den Wuchsklassen 7 und 9 auf. Beim einjährigen Holz unterschied sich zudem das Frischgewicht der Wuchsklassen 7 und 9 statistisch signifikant. Wie auf der Versuchsfläche Kiedrich 2 so konnte im Jahr 1999 die Wuchsklasse 5 statistisch signifikant von den Wuchsklassen 7 und 9 unterschieden werden, sowohl hinsichtlich des Frischgewichts des einjährigen als auch des zweijährigen Holzes. Eine statistisch signifikante Differenzierung weiterer Wuchsklassen lag nicht vor. Auf der Versuchsfläche Eltville unterschieden sich in 1999 die Wuchsklassen 7 und 9 hinsichtlich beider Holzfrischgewichte.

Über alle Versuchsflächen und Versuchsjahre hinweg betrachtet nahmen die mittleren Holzfrischgewichte je Rebstock (einjähriges und zweijähriges Holz sowie Gesamtholz) mit zunehmender Wuchsnote zu. Beim Frischgewicht des einjährigen Holzes betrug diese Zunahme 139 g (Wuchsklasse 1), 238 g (Wuchsklasse 3), 540 g (Wuchsklasse 5), 608 g (Wuchsklasse 7) und 693 g (Wuchsklasse 9). Beim Frischgewicht des zweijährigen Holzes betrug diese Zunahme 49 g (Wuchsklasse 1), 93 g (Wuchsklasse 3), 163 g (Wuchsklasse 5), 167 g (Wuchsklasse 7) und 196 g (Wuchsklasse 9). Durch diese Ergebnisse wird deutlich, dass die Wuchsklassen hinsichtlich des Gesamtfrischholzgewichts, des Frischgewichts des einjährigen Holzes und des Frischgewichts des zweijährigen Holzes nur in vier Fällen nicht statistisch signifikant voneinander differenziert werden konnten. Bei allen drei Frischgewichten lag zwischen den Wuchsklassen 1 und 3 niemals ein

statistisch signifikanter Unterschied vor. Zudem konnten beim Frischgewicht des zweijährigen Holzes die Wuchsklassen 5 und 7 nicht statistisch signifikant unterschieden werden.

Abb. 31-3 gibt analog zur Abb. 31-2 die Holztrockengewichte des ein- und zweijährigen Holzes der Reben auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville aus den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit der Wuchsklassen wieder. Hierbei fällt vor allem die Analogie der statistischen Signifikanzwerte zwischen der Frisch- und der Trockengewichtsbetrachtung auf. Statistisch signifikante Unterscheidungen von Wuchsklassen sind bei Gesamtfrisch- und trockengewichten in beiden Versuchsjahren und bei allen Versuchsflächen identisch (Kriterium $p < 0,5$; individuelle p-Werte weichen natürlich ab). Ebenfalls gleichen sich die Gewichtsverhältnisse zwischen den Wuchsklassen in den Einzeljahren. Unterschiede bestehen nur im Vergleich der Werte zwischen den Jahren auf der Versuchsfläche Rüdesheim. So war das Gesamtfrischgewicht der Reben der Wuchsklasse 3 auf dieser Versuchsfläche im Jahr 1998 etwas höher als im Jahr 1999, während das Gesamttrockengewicht im Jahr 1998 geringer war. Ähnlich waren die Verhältnisse bei Reben der Wuchsklassen 7 und 9.

Auch bei einer getrennten Betrachtung der Trockengewichte von ein- und zweijährigem Holz, zeigen sich bis auf eine Ausnahme zum Frischgewicht identische Signifikanzunterschiede zwischen Wuchsklassen auf allen Versuchsflächen. Die genannte Ausnahme betrifft die Wuchsklassen 7 und 9, der Versuchsfläche Kiedrich 2 im Jahr 1999, hinsichtlich des Trockengewichts des zweijährigen Holzes. In diesem Fall konnte im Gegensatz zum Frischgewichts ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Reben der Wuchsklasse 7 und denen der Wuchsklasse 9 festgestellt werden. Aus der großen Ähnlichkeit der statistischen Verhältnisse zwischen Frisch- und Trockengewichten des ein- und zweijährigen Holzes, folgt bis auf kleinere Abweichungen natürlich auch eine hohe Similarität der Gewichtsverhältnisse zwischen den Klassen.

Werden wiederum die Trockengewichte des ein- und zweijährigen Holzes getrennt über alle Versuchsflächen und alle Versuchsjahre hinweg betrachtet, so ergeben sich erneut identische Verhältnisse wie bei der Frischgewichtsbetrachtung sowohl hinsichtlich der Gewichtsverhältnisse als auch hinsichtlich der statistischen Ergebnisse. Die stetige Zunahme des Gewichts verlief beim Trockengewicht des einjährigen Holzes wie folgt: 72 g (Wuchsklasse 1), 131 g (Wuchsklasse 3), 275 g (Wuchsklasse 5), 315 g (Wuchsklasse 7) und 362 g (Wuchsklasse 9). Beim Trockengewicht des zweijährigen Holzes betragen die

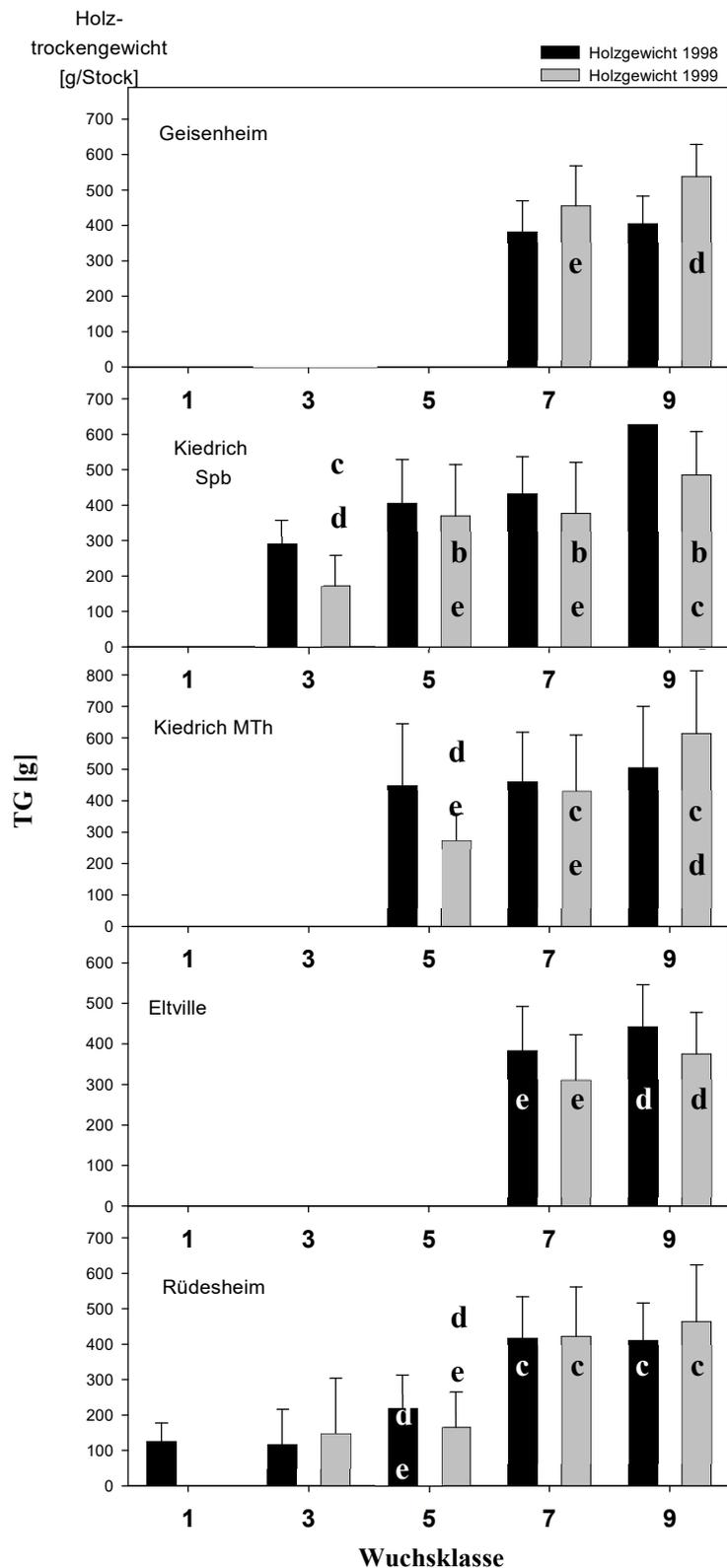


Abb. 31-3: Trockengewichte des ein- und zweijährigen Holzes in Abhängigkeit von den Wuchsklassen auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (MTh), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten.

Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

Gewichte 28 g (Wuchsklasse 1), 52 g (Wuchsklasse 3), 89 g (Wuchsklasse 5), 91 g (Wuchsklasse 7) und 107 g (Wuchsklasse 9).

Der nach Wuchsklassen gruppierte Stockertrag auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville in den Jahren 1998 und 1999 sowie der der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008 ist in Abb. 31-4 wiedergegeben.

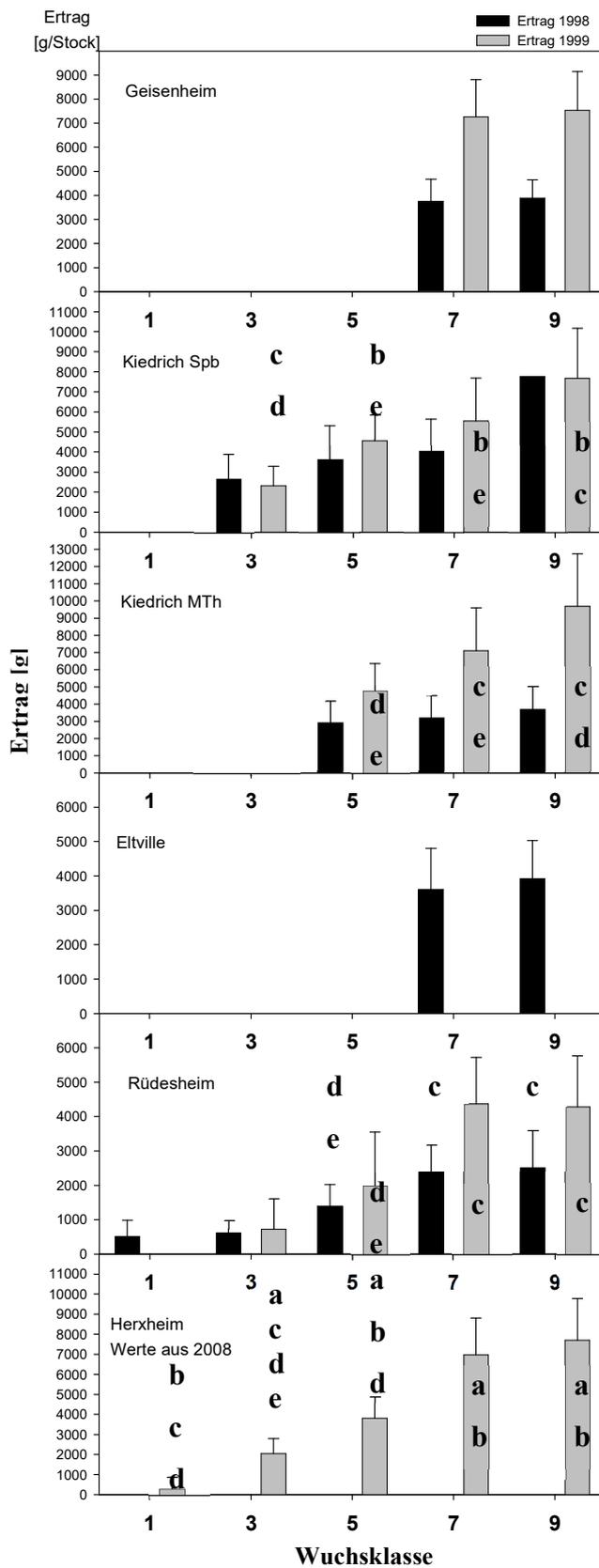


Abb. 31-4: Stockertrag in Abhängigkeit von den Wuchsklassen auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (MTh), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 und der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten. Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

Im Jahr 1998 konnten statistisch signifikante Unterschiede zwischen den mittleren Stockerträgen nur auf der Versuchsfläche Rüdesheim und dort nur zwischen der Wuchsklasse 5 einerseits und den Wuchsklassen 7 und 9 andererseits festgestellt werden. Das Verhältnis zwischen den Wuchsklassen, hinsichtlich des Stockertrags, war in der Tendenz im Jahr 1998 auf allen Versuchsflächen gleich, der Stockertrag stieg mit zunehmender Wuchsklasse. Dieselben Verhältnisse zwischen den Wuchsklassen wurde auch im Jahr 1999 auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville festgestellt.

Auf der Versuchsfläche Geisenheim waren die vorhandenen Reben der Klassen 7 und 9 hinsichtlich des Stockertrags statistisch nicht signifikant zu unterscheiden. Ebenso auf der Versuchsfläche Rüdesheim. Auf letztgenannter Versuchsfläche unterschieden sich, wie bereits im Vorjahr, die Wuchsklassen 7 und 9 hinsichtlich des Stockertrags von der Wuchsklasse 5 statistisch signifikant. Weitere statistisch signifikante Unterschiede lagen hier nicht vor. Statistisch signifikant unterschieden sich die Reben der Wuchsklassen 7 und 9 auf den Versuchsflächen Kiedrich 1 und Kiedrich 2. Weiterhin wiesen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, die Reben der Wuchsklasse 3 einen statistisch signifikant geringeren Stockertrag als die der Wuchsklassen 5, 7 und 9 auf, ebenso wie die der Wuchsklasse 5, verglichen mit denen der Wuchsklasse 9 nicht aber gegenüber denen der Wuchsklasse 7. Auf der Versuchsfläche Kiedrich 2 war der Stockertrag der Reben der Wuchsklasse 5 nicht nur gegenüber dem der Reben der Wuchsklasse 9 statistisch signifikant geringer, sondern auch gegenüber dem Stockertrag der Wuchsklasse 7. Mit der Untersuchung der Versuchsfläche Herxheim, im Jahr 2008, sollten die bislang beschriebenen Ergebnisse weiter validiert werden. Dafür wurden von jeder Wuchsklasse 10 Rebstöcke gelesen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich, mit Ausnahme der Wuchsklassen 7 und 9, alle Wuchsklassen statistisch signifikant hinsichtlich des Stockertrags unterscheiden. Eine derartige statistische Differenzierung zeigt sich auch in der Betrachtung aller Jahre und aller Versuchsflächen. Hier unterschieden sich ohne Ausnahme alle Wuchsklassen hinsichtlich des Stockertrags statistisch signifikant. Die mittleren Stockerträge betragen 412 g (Wuchsklasse 1), 1974 g (Wuchsklasse 3), 3500 g (Wuchsklasse 5), 4429 g (Wuchsklasse 7) und 5595 g (Wuchsklasse 9).

In den Abb. 31-5, 31-6 und 31-7 sind die Chlorophyllgehalte der auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville, in den Jahren 1998 und 1999, untersuchten Reben abhängig von der Wuchsklasse wiedergegeben. Da diese drei Abbildungen den gleichen untersuchten Parameter zum Gegenstand haben, sollen sie im

Folgenden gemeinsam betrachtet werden. Dabei wurde zunächst der zum Zeitpunkt der Blüte, im Jahr 1998 und 1999, vorgefundene Chlorophyllgehalt dargestellt und im Anschluss die Unterschiede zu den Beprobungszeitpunkten Veraison und Lese.

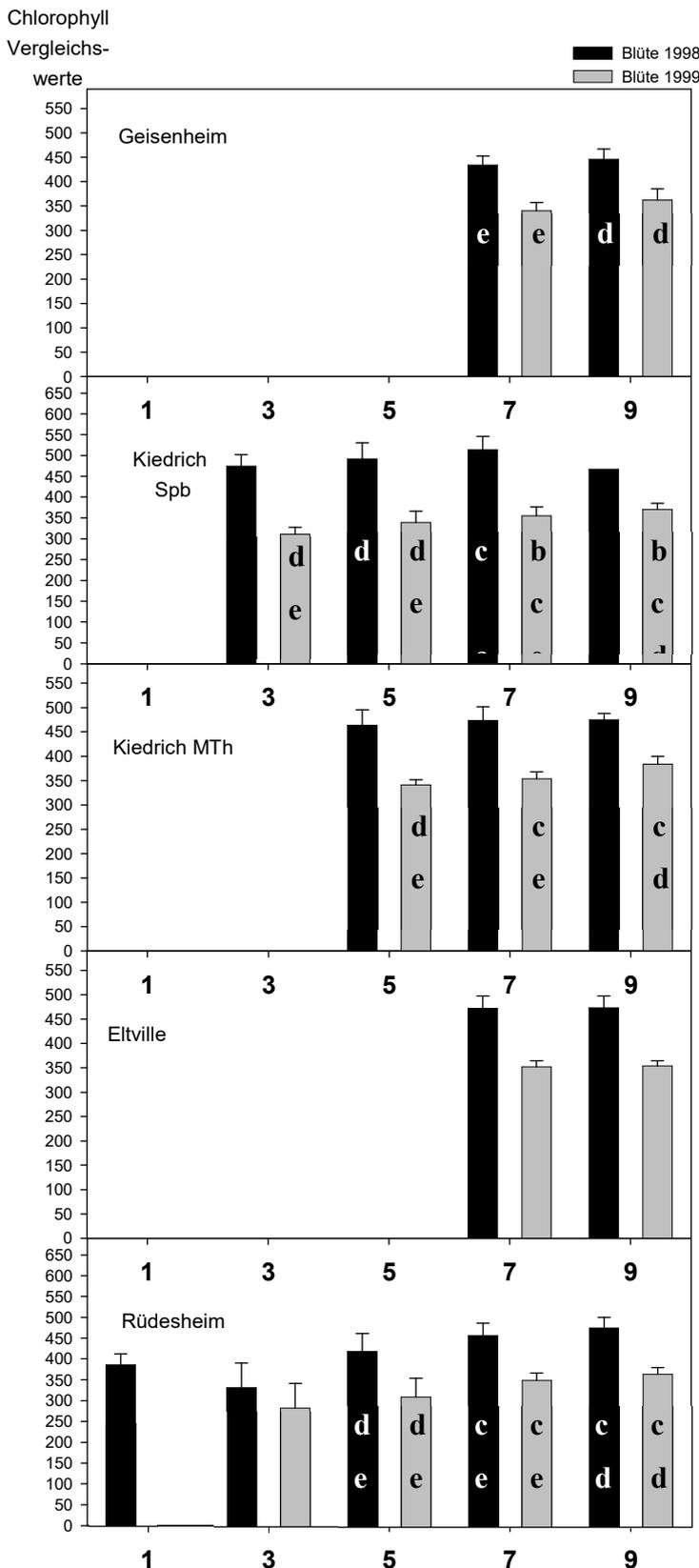


Abb. 31-5: Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Blüte auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben der Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Wuchsklassen.

Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

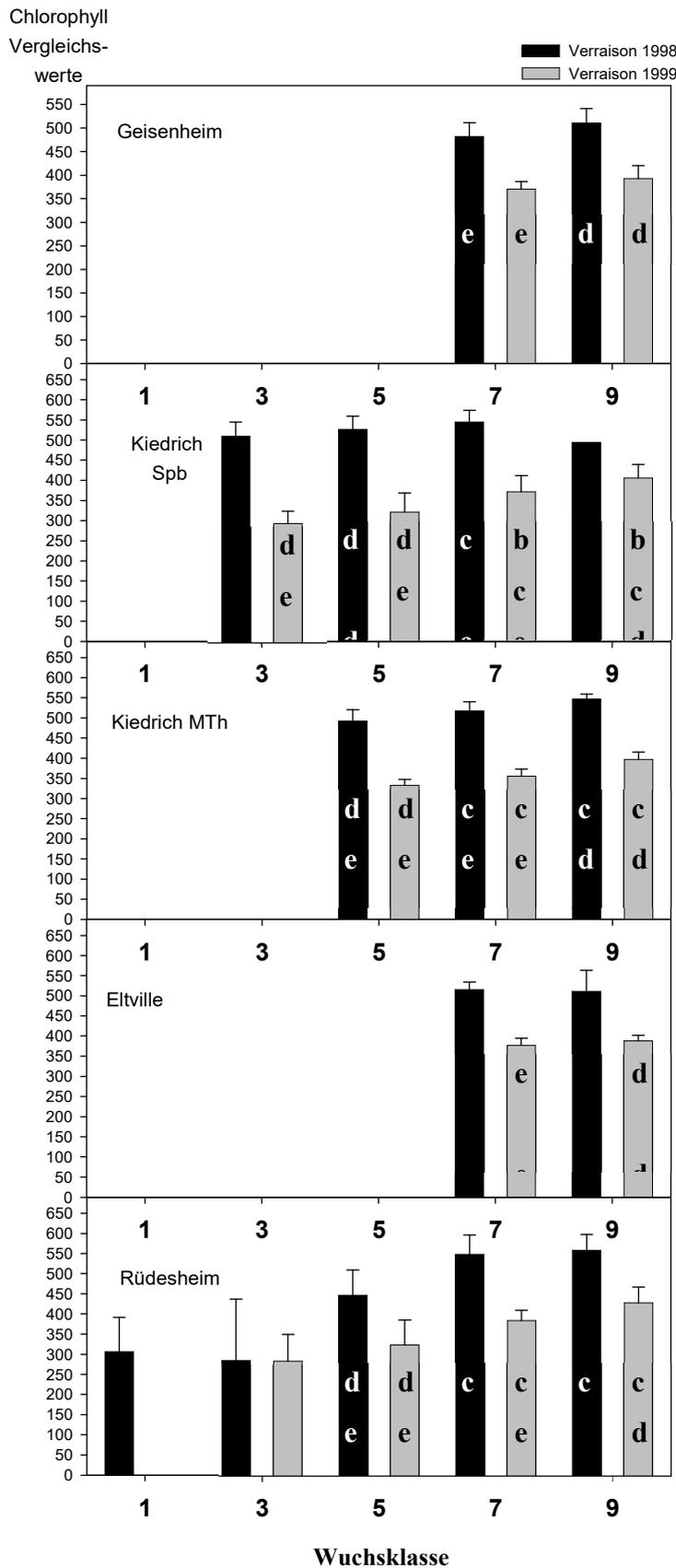


Abb. 31-6: Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Verraison auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben der Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Wuchsklassen.

Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

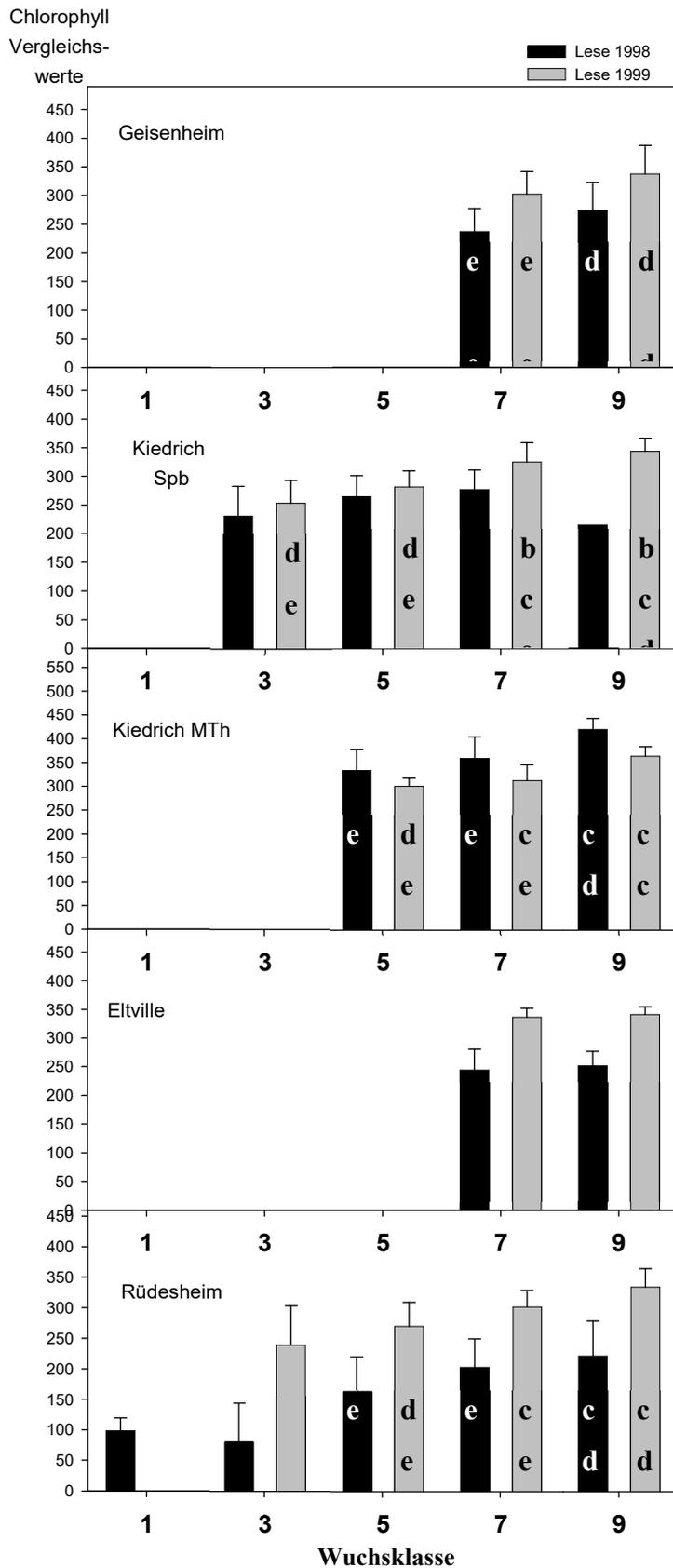


Abb. 31-7: Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Lese auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben der Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Wuchsklassen.

Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

Wie aus Abb. 31-5 zu entnehmen, konnten auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville, im Jahr 1999, zum Zeitpunkt der Blüte nur in vier Fällen einzelne Wuchsklassen anhand des Blattchlorophyllgehalts statistisch signifikant unterschieden werden. Zum einen waren dies auf der Versuchsfläche Geisenheim die Wuchsklassen 7 und 9. Auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 wurde dahingegen ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Reben der Wuchsklassen 5 und 7 festgestellt. Reben der Wuchsklasse 5 konnten zur Blüte 1998 auch auf der Versuchsfläche Rüdesheim von denen der Wuchsklasse 7 unterschieden werden. Zudem unterschieden sie sich auch statistisch signifikant von denen der Wuchsklasse 9. Bei den beschriebenen statistisch signifikanten Unterschieden im Jahr 1998 wiesen die Reben der höheren Wuchsklasse auch den höheren Chlorophyllgehalt auf. Eine ähnliche Tendenz ließ sich bei den nicht signifikant unterscheidbaren Wuchsklassen, hinsichtlich des Chlorophyllgehalts, nicht feststellen. So zeigten im Falle der Reben der Versuchsfläche Kiedrich 1, die Reben der höchsten Wuchsklasse 9 im Mittel sogar den geringsten Blattchlorophyllgehalt aller untersuchten Reben auf.

Anders im Jahr 1999. Hier stieg der Chlorophyllgehalt der Rebblätter mit einer Ausnahme auf allen Versuchsflächen mit Anstieg der Wuchsklasse an; auf der Versuchsfläche Eltville wiesen die Reben ähnlich wie im Vorjahr in den beiden Wuchsklassen 7 und 9 nahezu identische Chlorophyllgehalte auf. Vergleichsweise konstant konnte im Jahr 1999 die Wuchsklasse 5 von den Wuchsklassen 7 und 9 statistisch signifikant unterschieden werden, wie die Ergebnisse der Versuchsflächen Kiedrich 1, Kiedrich 2 und Rüdesheim zeigen; auf den Versuchsflächen Geisenheim und Eltville standen, aufgrund des guten Rebwachses, keine Reben der Wuchsklasse 5 zur Messung zur Verfügung. Reben der Wuchsklasse 3 waren in einer für einen statistischen Vergleich ausreichenden Zahl nur auf den Versuchsflächen Kiedrich 1 und Rüdesheim vorhanden, wobei sich diese aber nur auf der erstgenannten Versuchsfläche von Reben der Wuchsklassen 7 und 9 unterschieden. Reben der Wuchsklasse 7 und 9 waren auf allen Versuchsflächen in ausreichender Zahl vorhanden und konnten in vier von fünf Fällen statistisch signifikant unterschieden werden - eine Ausnahme stellten die Reben der Versuchsfläche Eltville dar.

Zum Zeitpunkt der Veraison wurden im Jahr 1998 ähnliche Verhältnisse zwischen den Wuchsklassen, hinsichtlich des Blattchlorophyllgehalts, festgestellt wie zur Blüte. Im Allgemeinen waren die Chlorophyllgehalte zur Veraison naturgegeben höher als zur Blüte. Unterschiede bestanden im Jahr 1998 in der statistisch signifikanten Unterscheidbarkeit bei Reben der Klasse 5 einerseits und Reben der Klassen 7 und 9 andererseits

sowie Reben der Klassen 7 und 9 auf der Versuchsfläche Kiedrich 2. Dahingegen konnten die Reben der Klassen 7 und 9 auf der Versuchsfläche Rüdesheim nicht, wie zum Blütezeitpunkt, statistisch signifikant unterschieden werden. Zwischen den Messzeitpunkten Blüte und Veraison bestand im Jahr 1999 nur ein Unterschied in den Verhältnissen dergestalt, dass auf der Versuchsfläche Eltville zur Veraison ein statistisch signifikanter Unterschied im Blattchlorophyllgehalt zwischen den Reben der Wuchsklassen 7 und 9 bestand.

Zum Zeitpunkt der Lese sanken die Chlorophyllgehalte der Blätter wieder ab. Tendenziell hatten die bereits bei Blüte und Veraison festgestellten Verhältnisse zwischen den Wuchsklassen in beiden Versuchsjahren Bestand. Unterschiede in den statistischen Analyseergebnissen bestanden darin, dass im Jahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 2, im Vergleich zur Blüte, statistisch signifikant höhere Chlorophyllgehalte bei Reben der Wuchsklasse 9, im Vergleich zu denen der Wuchsklassen 5 und 7, festgestellt wurden. Dies wurde bereits zur Veraison 1998 festgestellt. Weiterhin konnte in diesem Jahr der bei der Blüte, auf der Versuchsfläche Rüdesheim, festgestellte und ebenfalls bei der Veraison vorhandene statistisch signifikante Unterschied zwischen den Wuchsklassen 5 und 7 zur Lese nicht mehr festgestellt werden. Im Jahr 1999 zeigten sich zwischen den Messungen zur Blüte und Lese keine Veränderungen hinsichtlich der statistischen Analyseergebnisse. Im Vergleich der Messzeitpunkte Veraison und Lese ergaben sich folgende Unterschiede in der statistischen Datenanalyse. Im Jahr 1998 bestand auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Reben der Wuchsklassen 5 und 7, welcher noch zur Veraison festgestellt werden konnte. Auf der Versuchsfläche Rüdesheim konnte zur Veraison 1998 die Klasse 5 von den Klassen 7 und 9 statistisch signifikant unterschieden werden, dies war zur Lese nicht mehr der Fall. Hier konnten nur die Klassen 5 und 9 unterschieden werden. Allerdings unterschieden sich zur Lese die Reben der Klassen 7 und 9 statistisch signifikant. Im Jahr 1999 bestand hinsichtlich der statistischen Analyse nur ein Unterschied. So konnten auf der Versuchsfläche Eltville die Klassen 7 und 9 - wie schon bei der Blüte - nicht mehr statistisch signifikant unterschieden werden.

Die Betrachtung über alle Versuchsflächen und Versuchsjahre zeigt, dass die wuchsklassenspezifischen Chlorophyllgehaltsverhältnisse sehr unterschiedlich sind. Im Folgenden wurden nachstehende Mittelwerte ermittelt. Messzeitpunkt Blüte: 333 (Wuchsklasse 1), 352 (Wuchsklasse 3), 429 (Wuchsklasse 5), 423 (Wuchsklasse 7) und 401 (Wuchsklasse 9); Messzeitpunkt Veraison: 273 (Wuchsklasse 1), 348 (Wuchsklasse 3), 450

(Wuchsklasse 5), 461 (Wuchsklasse 7) und 448 (Wuchsklasse 9); Messzeitpunkt Lese: 127 (Wuchsklasse 1), 218 (Wuchsklasse 3), 277 (Wuchsklasse 5), 287 (Wuchsklasse 7) und 317 (Wuchsklasse 9).

Zur Blüte sind die höchsten Chlorophyllgehalte bei den Reben der Klasse 5 festzustellen, die Chlorophyllgehalte nehmen in den Wuchsklassen 7 und 9 fortschreitend ab. Damit unterschieden sich die Reben der Wuchsklasse 5 statistisch signifikant von denen der Wuchsklassen 1, 3 und 9, nicht aber von denen der Wuchsklasse 7. Auch die Reben der Wuchsklasse 7 unterscheiden sich von den Reben der Klassen 1, 3 und 9 statistisch signifikant. Ein weiterer statistisch signifikanter Unterschied bestand zwischen den Reben der Wuchsklassen 3 und 9, wobei den höheren mittleren Chlorophyllgehalt die Reben der Wuchsklasse 9 aufwiesen. Anders zum Messzeitpunkt Veraison. Hier war der höchste Chlorophyllgehalt bei Reben der Klasse 7 festzustellen. Reben der Wuchsklassen 5 und 9 zeigten nahezu identische Werte, wodurch diese beiden Klassen auch nicht statistisch signifikant unterschieden werden konnten. Insgesamt konnten zur Veraison nur die Klassen 1 und 3 statistisch signifikant von den Klassen 5, 7 und 9 unterschieden werden. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Wuchsklassen 1 und 3 bzw. 5, 7 und 9 bestanden nicht. Ein wiederum anderes Bild zeigt die Betrachtung der Chlorophyllgehalte zur Lese. Hier steigt der Chlorophyllgehalt mit zunehmender Wuchsklasse stetig an; der höchste Chlorophyllgehalt wurde bei Reben der Klasse 9 gemessen. Dadurch konnte die Wuchsklasse 1 statistisch signifikant von allen anderen Wuchsklassen unterschieden werden. Gleiches gilt für die Reben der Wuchsklasse 3. Demgegenüber unterschieden sich die Reben der Klasse 5 nicht statistisch signifikant von denen der Klassen 7 und 9. Auch konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Klassen 7 und 9 festgestellt werden.

Abb. 31-8 zeigt die bei Reben der Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville, in den Jahren 1998 und 1999, gemessenen Anzahlen an Kümmertrieben je Rebstock. Wie aus der Abbildung hervorgeht, konnten die Wuchsklassen im Jahr 1998 in keinem Fall anhand der mittleren Anzahlen an Kümmertrieben je Rebstock statistisch signifikant unterschieden werden. Auch konnte keine Tendenz im mittleren Vorkommen von Kümmertrieben bei den unterschiedlichen Wuchsklassen festgestellt werden. Ähnlich im zweiten Versuchsjahr, obgleich hier einzelne Wuchsklassen sich statistisch signifikant unterschieden, allerdings uneinheitlich zwischen den Versuchsflächen.

Kümmer-
triebe pro
Rebstock

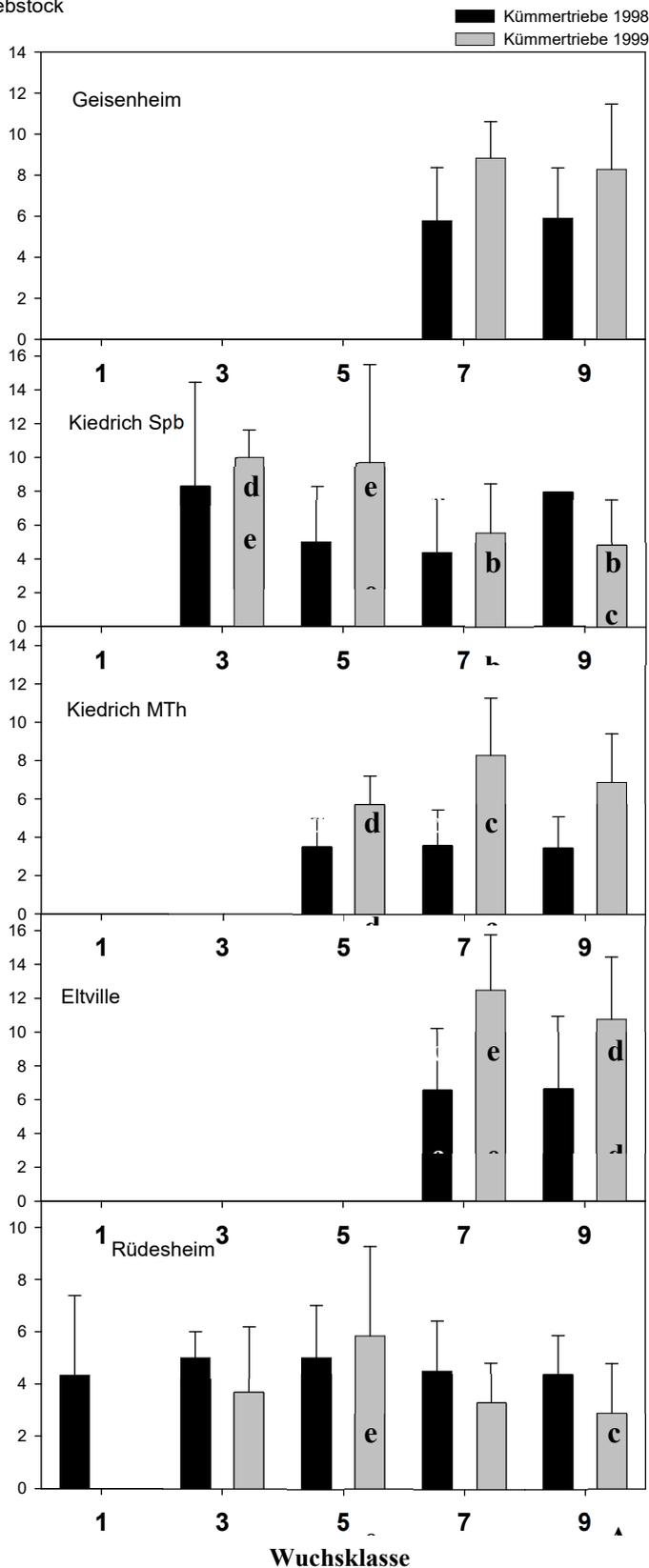


Abb. 31-8: Anzahl der Kümmertriebe je Rebstock auf den Versuchsfeldern Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben der Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Wuchsklassen.

Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

Die Reben der Versuchsfläche Geisenheim waren statistisch nicht zu unterscheiden. Auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 wies die Wuchsklasse 3 statistisch signifikant mehr Kümmertriebe je Rebstock auf als die Wuchsklassen 7 und 9. Auch die Reben der Wuchsklasse 5 zeigten statistisch signifikant höhere Anzahlen an Kümmertrieben als die der Wuchsklasse 9, nicht aber als die der Wuchsklasse 7. Auf der Versuchsfläche Kiedrich 2 wiesen im Jahr 1999 die Reben der Wuchsklasse 7 die meisten Kümmertriebe je Rebstock auf, wodurch sie sich statistisch signifikant von der Wuchsklasse 5 unterschieden. Keine statistischen Unterschiede konnten zur Klasse 9 festgestellt werden. Auch auf der Versuchsfläche Eltville zeigen die Reben der Wuchsklasse 9 ebenfalls weniger Kümmertriebe als die der Wuchsklasse 7; dieser Unterschied war statistisch signifikant. Auf der Versuchsfläche Rüdesheim wiederum war die Anzahl an Kümmertrieben je Rebstock bei der Wuchsklasse 5 am höchsten. Statistisch signifikante Unterschiede bestanden aber nur zur Wuchsklasse 9.

Diese Uneinheitlichkeit in der Anzahl der Kümmertriebe, je Rebstock in den einzelnen Wuchsklassen sowie der statistischen Analyse, zeigt sich auch bei Betrachtung dieses Parameters über beide Versuchsjahre und alle Versuchsflächen hinweg. Hier konnte nie ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Wuchsklassen ermittelt werden. Die meisten Kümmertriebe traten bei Reben der Klasse 3, die wenigsten bei Reben der Klasse 1 auf. Die mittleren Anzahlen betragen 5 (Wuchsklasse 1), 7 (Wuchsklasse 3) und 6 (Wuchsklassen 5, 7, 9).

Das Mostgewicht der Reben der einzelnen Wuchsklassen wurde auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville in den Jahren 1998 und 1999 sowie der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008 untersucht. Im ersten Versuchsjahr 1998 unterschieden sich nur die Mostgewichte der Wuchsklassen 7 und 9 der Versuchsfläche Geisenheim, wobei die Reben der Wuchsklasse 9 die um 1° höheren Mostgewichte aufwiesen. Weitere statistisch signifikante Unterschiede konnten im Jahr 1998 nicht ermittelt werden.

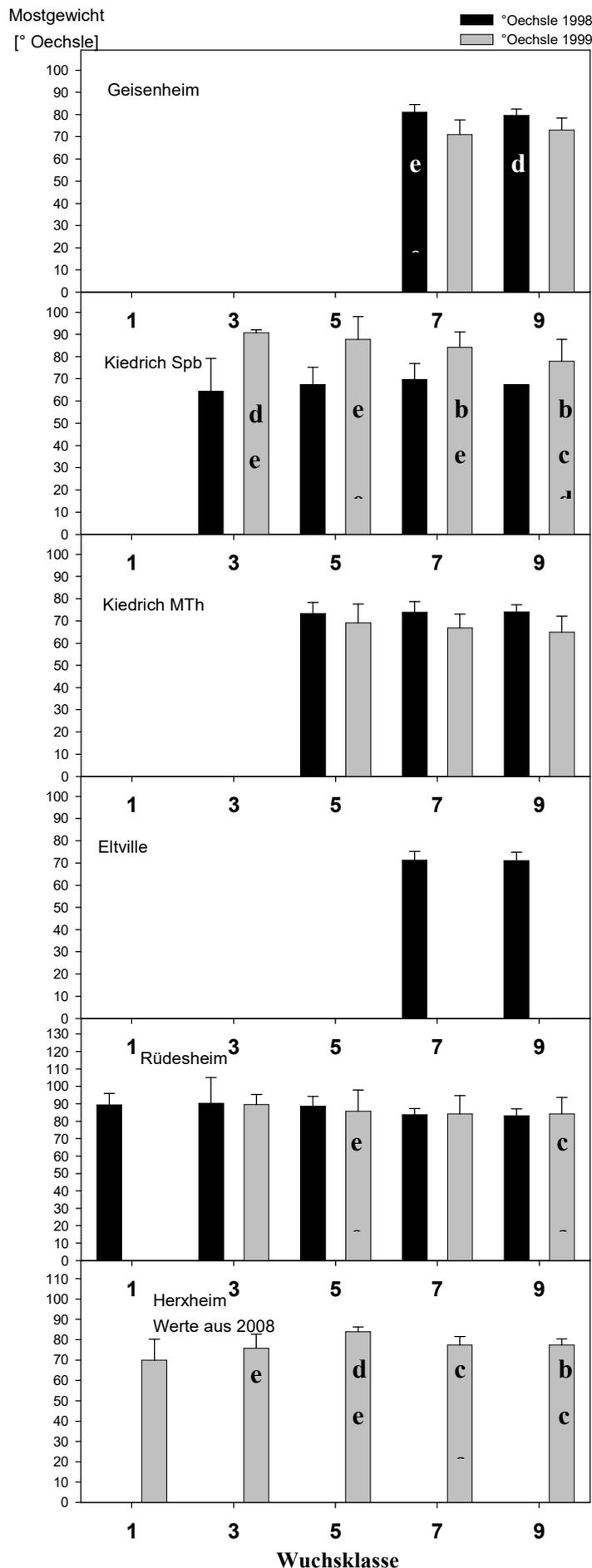


Abb. 31-9: Mustgewicht (°Oechsle) der Rebstöcke auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 und der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008 in Abhängigkeit von Wuchsklassen. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben der Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Wuchsklassen. Klassen: 0 = Abgestorben, 1 = Nahezu abgestorben, 3 = sehr schlechter Wuchs, 5 = Schlechter Wuchs, 7 = Normaler Wuchs, 9 = Sehr guter Wuchs

Im Jahr 1999 konnten auf der Versuchsfläche Geisenheim keine statistisch signifikanten Unterschiede mehr festgestellt werden. Auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 wies die statistische Datenanalyse signifikante Unterschiede zwischen den Reben der Klasse 9 einerseits und den Wuchsklassen 3, 5 und 7 andererseits auf. Auch die Reben der Wuchsklasse 7 unterschieden sich statistisch signifikant von denen der Wuchsklasse 3, wobei das Mostgewicht in diesem Versuchsjahr mit zunehmender Wuchsklasse abnahm. In der Tendenz war dies auch auf der Versuchsfläche Kiedrich 2 der Fall. Statistisch konnten die Wuchsklassen auf dieser Versuchsfläche aber nicht unterschieden werden. Ein weiterer statistisch signifikanter Unterschied bestand im Jahr 1999 zwischen Reben der Wuchsklassen 5 und 9 auf der Versuchsfläche Rüdesheim, mit um 2° höheren Mostgewichten bei Reben der Klasse 5.

Die Mostgewichte auf der Versuchsfläche Herxheim schwankten im Untersuchungsjahr 2008 um 14 ° zwischen den Wuchsklassen wobei die Reben der Wuchsklasse 1 mit 70 °Oechsle das geringste mittlere Mostgewicht aufwiesen, sich aber nicht statistisch signifikant von den Reben anderer Wuchsklassen unterschieden. Das höchste Mostgewicht wurde mit 84 °Oechsle bei den Reben der Wuchsklasse 5 gemessen, ein statistisch signifikanter Unterschied bestand zu den Wuchsklassen 7 und 9, welche mit 77 °Oechsle geringere Mostgewichte zeigten. Mit 76 °Oechsle im Mittel unterschieden sich auch die Reben der Wuchsklasse 3 statistisch signifikant von denen der Wuchsklasse 9.

Über Jahre und Versuchsflächen betrachtet zeigten sich die folgenden mittleren Mostgewichte je Wuchsklasse: 80,3 °Oechsle (Wuchsklasse 1), 79,5 °Oechsle (Wuchsklasse 3), 74,5 °Oechsle (Wuchsklasse 5), 75,8 °Oechsle (Wuchsklasse 7) und 76,3 °Oechsle (Wuchsklasse 9). Ein statistisch signifikanter Unterschied ergab sich hierbei ausschließlich zwischen den Wuchsklassen 3 und 5.

3.1.1.3 Anwendungsbeispiele zur Validierung des Rebwuchsbonitursystem

Im Folgenden sollen als Anwendungsbeispiele die Ergebnisse der 12-jährigen Untersuchungen der Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 dargestellt werden. Dabei zeigen die Abb. 31-10 und Abb. 31-11 die Darstellung der nicht-analysierten Rohdaten. Jedes Rechteck charakterisiert dabei den Wuchs eines einzelnen Rebstocks. Die einzelnen Wuchsklassen der Reben sind durch unterschiedliche Farbtöne gekennzeichnet. Hierbei sind abgestorbene Reben (Klasse 0) in dunkelrot, nahezu abgestorbene Reben (Klasse 1) in Rot, Reben mit sehr schwachem Wuchs (Klasse 3) in orange, Reben mit schwachem

Wuchs (Klasse 5) in hellgrün, Reben mit normalem Wuchs (Klasse 7) in gelbgrün und Reben mit sehr gutem Wuchs (Klasse 9) in dunkelgrün dargestellt.

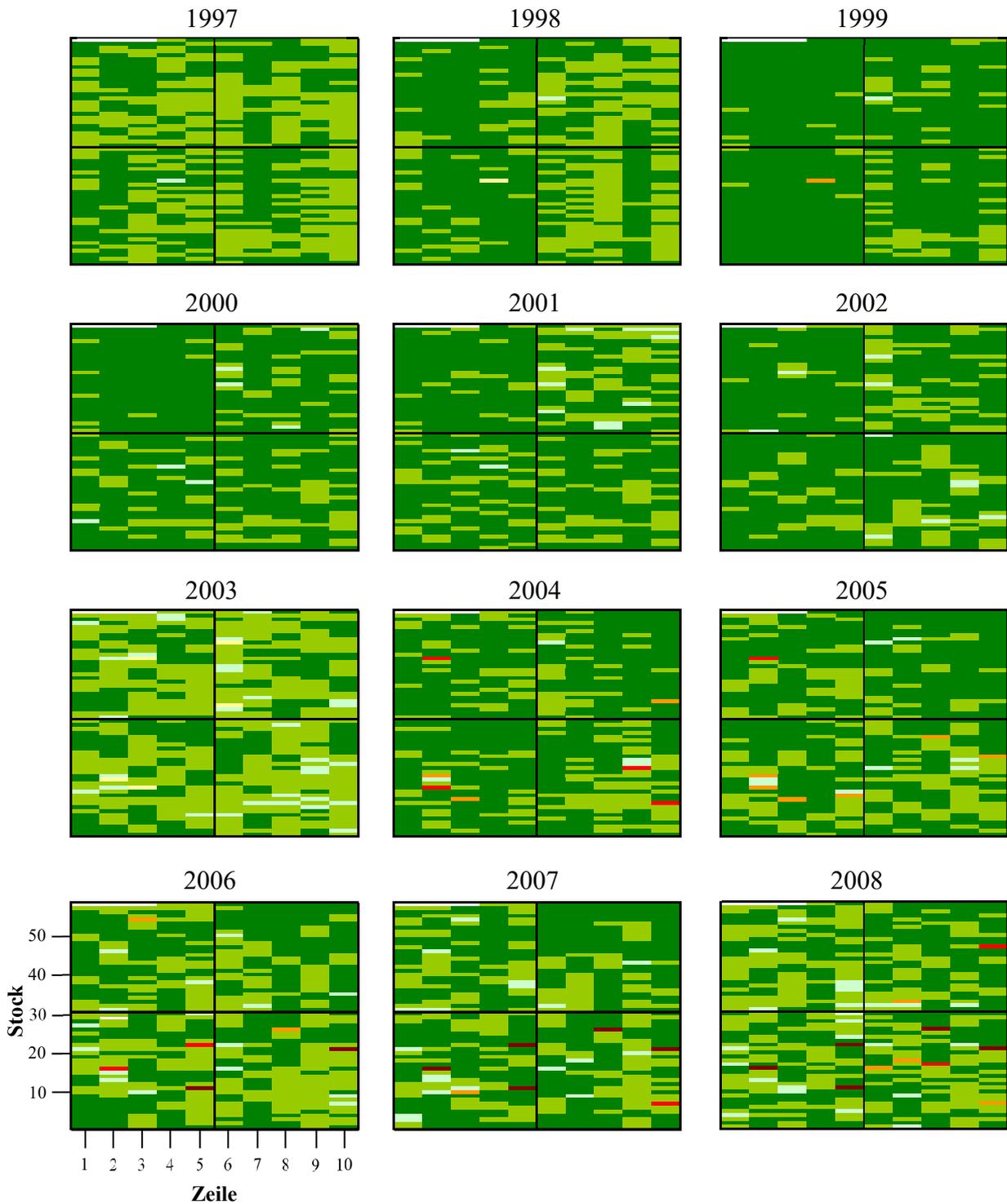


Abb. 31-10: Ergebnisse der Einzelstockwuchsbonturen auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997 bis 2008.
n = 649

Wuchsklassen

- 0 Abgestorben
- 1 Nahezu abgestorben
- 3 Sehr schlechter Wuchs
- 5 Schlechter Wuchs
- 7 Normaler Wuchs
- 9 Sehr guter Wuchs

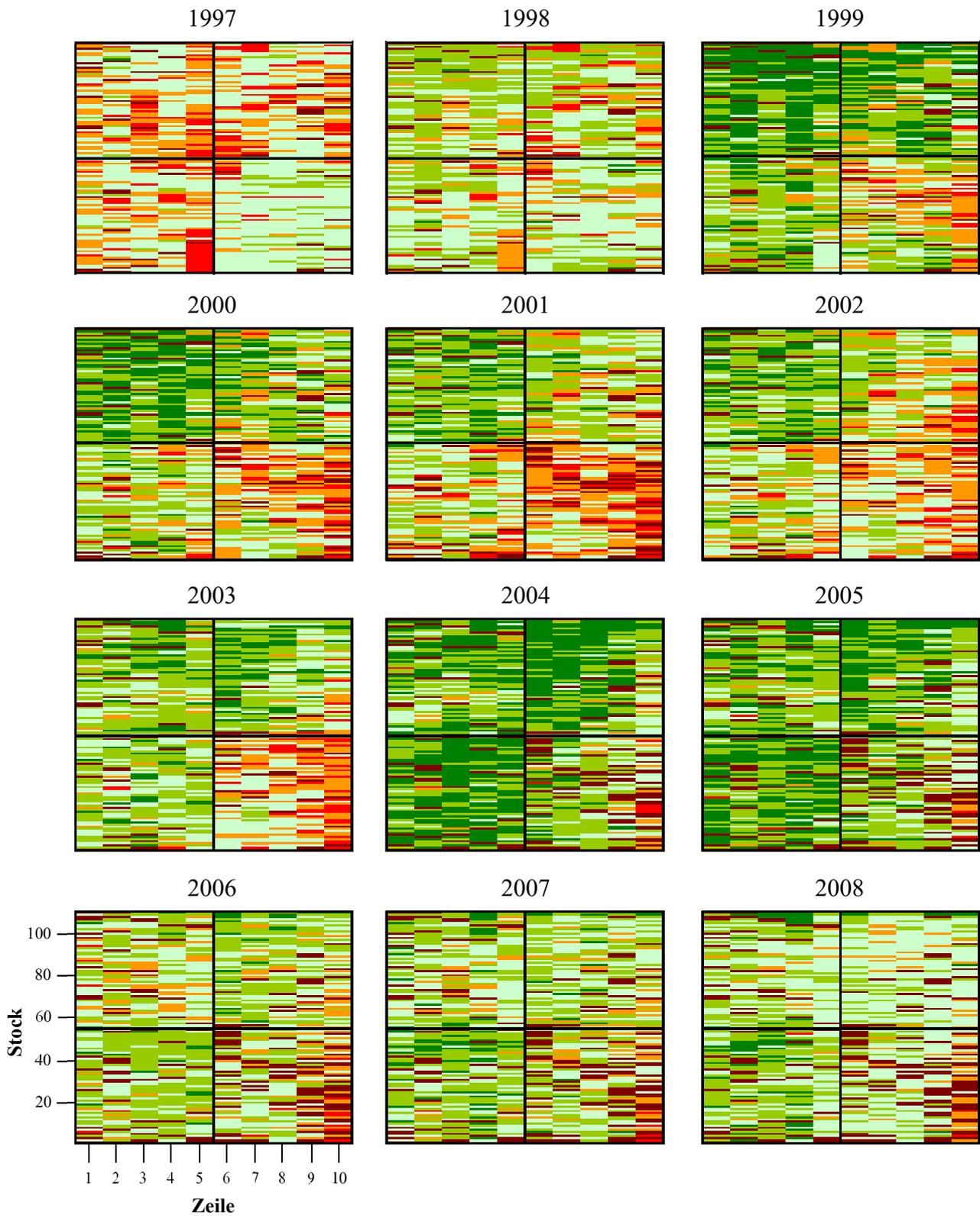


Abb. 31-11: Ergebnisse der Einzelstockwuchsbonituren auf der Versuchsfläche Kiedrich in den Jahren 1997 bis 2008.

n = 1102

Wuchsklasse

- | | |
|---|--|
| ■ 0 Abgestorben | ■ 5 Schlechter Wuchs |
| ■ 1 Nahezu abgestorben | ■ 7 Normaler Wuchs |
| ■ 3 Sehr schlechter Wuchs | ■ 9 Sehr guter Wuchs |

Wie aus den Abbildungen 31-10 und 31-11 ersichtlich, zeigen sich deutliche Unterschiede im Rebwuchs sowohl zwischen den beiden Versuchsflächen als auch innerhalb der Versuchsflächen in verschiedenen Bereichen der einzelnen Rebanlagen einerseits, als auch zwischen den Versuchsjahren andererseits. Beide Versuchsflächen wurden für die in den Kapiteln 3.3 beschriebenen Düngemittelversuche genutzt. Die hierfür vorgenommene Unterteilung der Rebanlagen in vier gleichgroße Areale ist in den Abbildungen durch durchgezogene schwarze Linien angedeutet. Der Einfluss der unterschiedlichen Düngegaben auf den Rebwuchs ist nicht Gegenstand des vorliegenden Kapitels, sondern wird an entsprechender Stelle (Kapitel 3.3, 9.3.3.3, 9.3.3.4 u. 9.3.3.5) in dieser Arbeit behandelt.

Auf Basis der erhobenen Einzelstockwuchsbonturen lässt sich der mittlere Wuchs der Gesamtrebanlage in den einzelnen Versuchsjahren berechnen. Für die Versuchsfläche Geisenheim wurden in den Jahren 1997 bis 2008 die folgenden mittleren Wuchszahlen berechnet: 1997: 8,0 +/- 1,0; 1998: 8,3 +/- 1,0; 1999: 8,7 +/- 0,7; 2000: 8,5 +/- 0,9; 2001: 8,4 +/- 1,0; 2002: 8,5 +/- 1,0; 2003: 7,6 +/- 1,2; 2004: 8,4 +/- 1,2; 2005: 8,3 +/- 1,2; 2006: 8,0 +/- 1,3; 2007: 8,1 +/- 1,4; 2008: 7,8 +/- 1,5. Wie aus diesen Werten hervorgeht, zeigten die Reben dieser Versuchsflächen in allen Jahren im Mittel einen normalen bis guten Wuchs, wobei in den Jahren 2003 und 2008 ein für diese Versuchsfläche vergleichbar starker Rückgang im Wuchs der Reben zu beobachten war. Im Jahr 2003 konnte dies auf die klimatischen Bedingungen (siehe Anhang Kap. 9.2.5.2.) und im Jahr 2008 auf Mängel in der Bewirtschaftung (Rebschnitt) und der Bewirtschaftung (Kontrolle Rote Spinnmilbe) zurückgeführt werden. Die Vergleichsweise geringen Standardabweichungen von weniger oder nur geringfügig mehr als einer Wuchsklasse, zeigen einen annähernd gleichförmigen Rebwuchs auf der Gesamtrebanlage an. Anders auf der Versuchsfläche Kiedrich 1. Hier wurden die nachstehend angeführten mittleren Wuchsklassen berechnet: 1997: 3,9 +/- 1,8; 1998: 5,0 +/- 2,1; 1999: 6,1 +/- 2,7; 2000: 5,4 +/- 2,7; 2001: 4,8 +/- 2,6; 2002: 5,0 +/- 2,4; 2003: 5,4 +/- 2,4; 2004: 6,4 +/- 2,9; 2005: 6,2 +/- 2,9; 2006: 4,9 +/- 2,5; 2007: 5,1 +/- 2,6; 2008: 4,9 +/- 2,4. Die Ergebnisse zeigen sowohl zwischen den Versuchsjahren starke Unterschiede im mittleren Wuchs - von sehr schlechtem Wuchs im Jahr 1997 bis mittleren Wuchs im Jahr 2004 - als auch hinsichtlich des Rebwuchses der Einzelstöcke, wie aus den vergleichswisen hohen Standardabweichungen hervorgeht. Vor allem aus der Darstellung des Rebwuchses der Versuchsfläche Geisenheim, in Abb. 31-10, zeigt sich, dass bei Widergabe der Einzelstockboniturergebnisse Areale mit

unterschiedlichem Rebwuchs nur bedingt unterschieden werden können. Die Abb. 31-12 und 31-13 zeigen die Ergebnisse in Form von Flächenkonturplots.

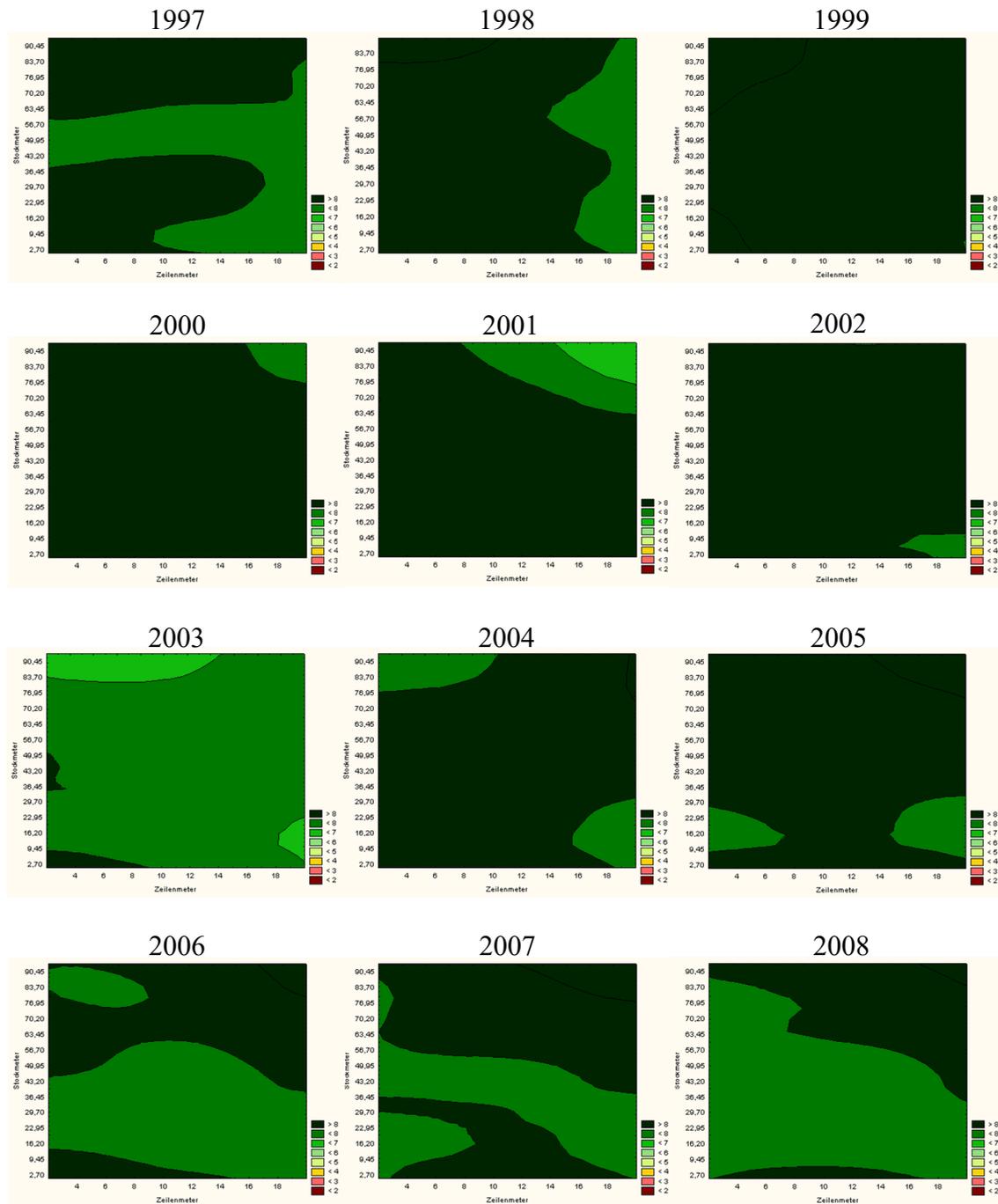


Abb. 31-12: Flächenkonturenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997 bis 2008.

n = 649

Wuchsklassen



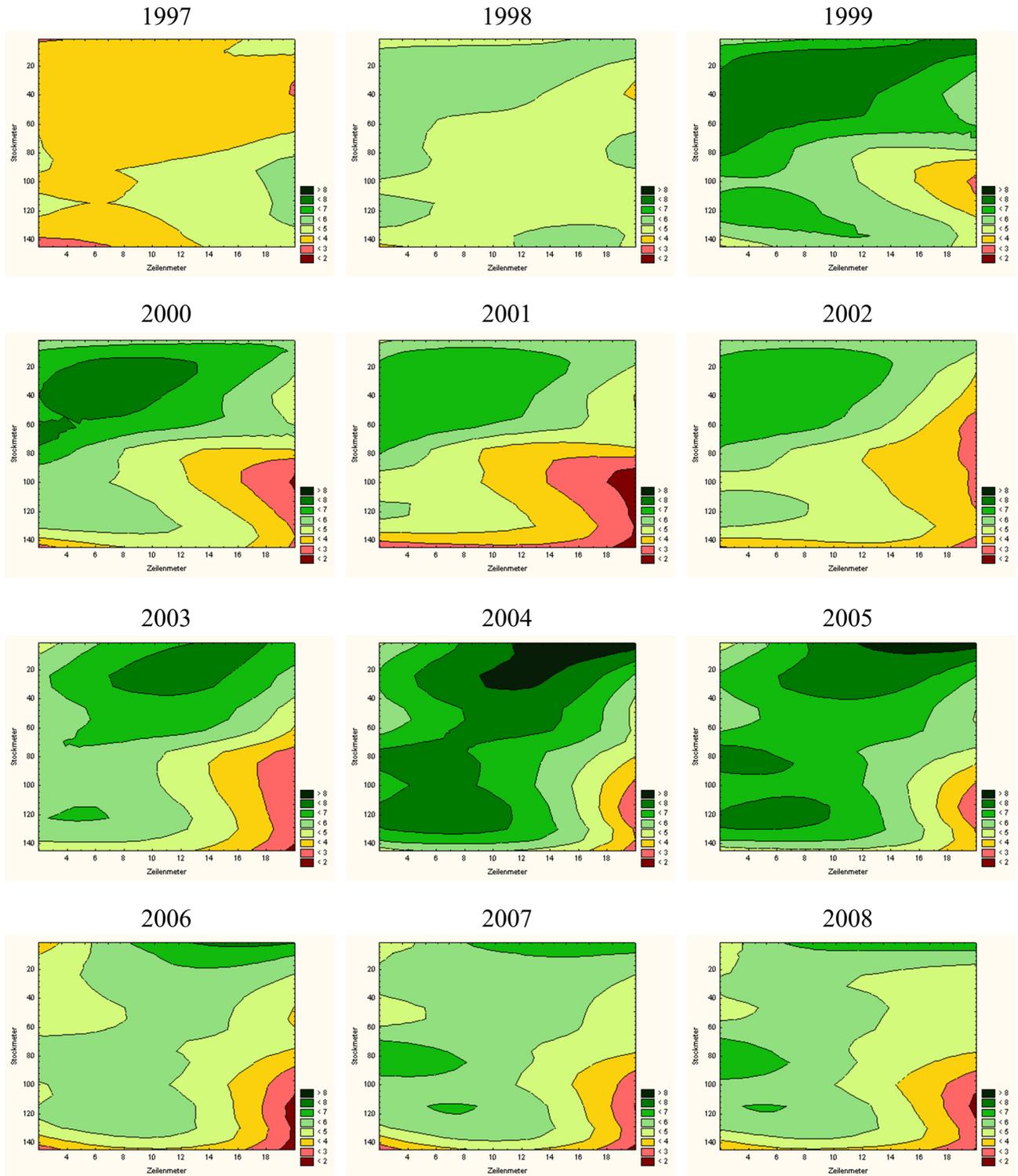


Abb. 31-13: Flächenkonturenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich in den Jahren 1997 bis 2008.
n = 1102

Wuchsklassen



Wie aus den in Abb. 31-12 dargestellten Ergebnissen der Versuchsfläche Geisenheim ersichtlich, sind Veränderungen im Wuchs der Reben im Vergleich der Jahre auch aus den Flächenkonturenplots zu entnehmen. Als Beispiele seien hier wiederum die Jahre 2003 und 2008 genannt. Wie ebenfalls zu erkennen, verlaufen die Bereiche geringeren Rebwachses nicht primär mit dem Zeilenverlauf, sondern quer zu den Rebzeilen. Dies ist u.a. im Jahr 1997 vor Beginn der Düngemittelversuche ausgeprägt. Ebenso in den Jahren 2005 bis 2008, 7 bis 11 Jahre nach Etablierung der Düngemittelversuche im Jahr 1998 bzw. nach Wiederaufnahme der betriebsüblichen Bodenbewirtschaftung auf der Gesamtfläche im Jahr 2001. Die Tendenz der über die Rebzeilen hinwegreichenden Wuchsbereiche ist auch aus den Ergebnissen der Wuchsbonituren auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, dargestellt in Abb. 31-13, zu entnehmen. Im Falle dieser Versuchsfläche ist zu erwähnen, dass hier die Düngemittelversuche im Sinne eines Kreuzversuchs im Jahr 2003 wiederholt wurden. Die über die Rebzeilen hinwegreichenden Wuchsbereiche sind auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1997, vor Anlage von Düngemittelversuchen evident. Die in der Abb. 31-12 und 31-13 dargestellten Flächenkonturplots ohne Normierung anhand des ganzen Wuchsklassenspektrums für die Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 zeigen die Wuchsverhältnisse für die Jahre 1997 bis 2008 auf. Dabei werden in beiden Rebflächen sehr gleichartige Ausprägungen von den Wuchsveränderungen festgestellt, die in dieser Weise auch schon in den Abb. 31-10 für die Versuchsfläche Geisenheim und in der Abb. 31-11 für die Versuchsfläche Kiedrich 1 festgestellt werden konnten. Daher wird hier auf die nochmalige Darstellung dieser Ergebnisse verzichtet. Wohingegen aber deutlich wird, dass die vorgefundenen Wuchsveränderungen auf beiden Flächen in einer extremeren Ausprägung durch diese Form der Darstellung herausgearbeitet werden. So werden zum Beispiel die starken Wuchsdepressionen auf der Kontrolle nach dem Jahr 1997 auf der Fläche Kiedrich (Abb. 31-15) viel stärker angezeigt. Gleiches gilt auch für die Wuchsveränderung nach dem Jahr 2005 auf der ganzen Fläche der Versuchsfläche Geisenheim (Abb. 31-14).

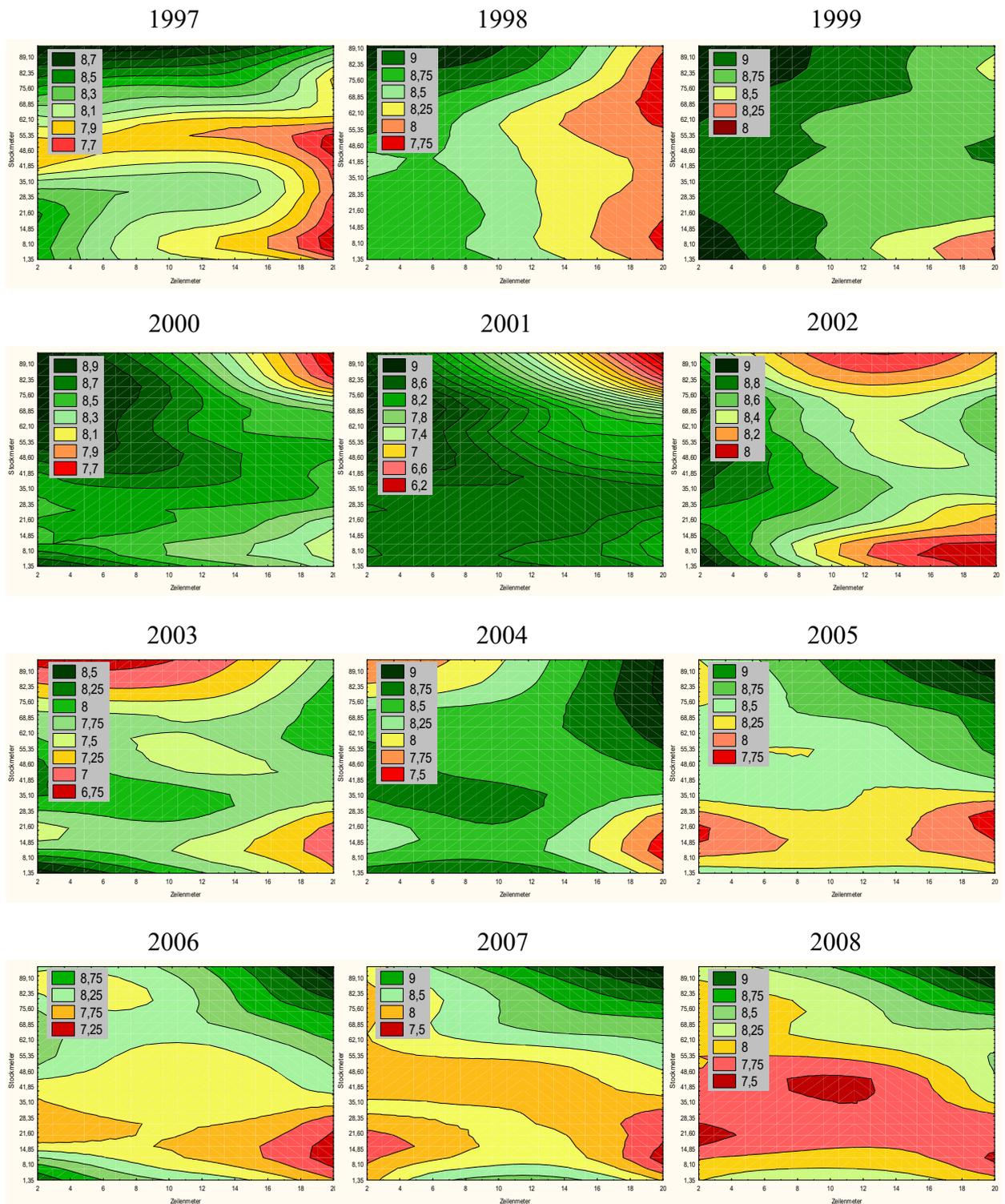


Abb. 31-14: Flächenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997 bis 2008.
n = 649

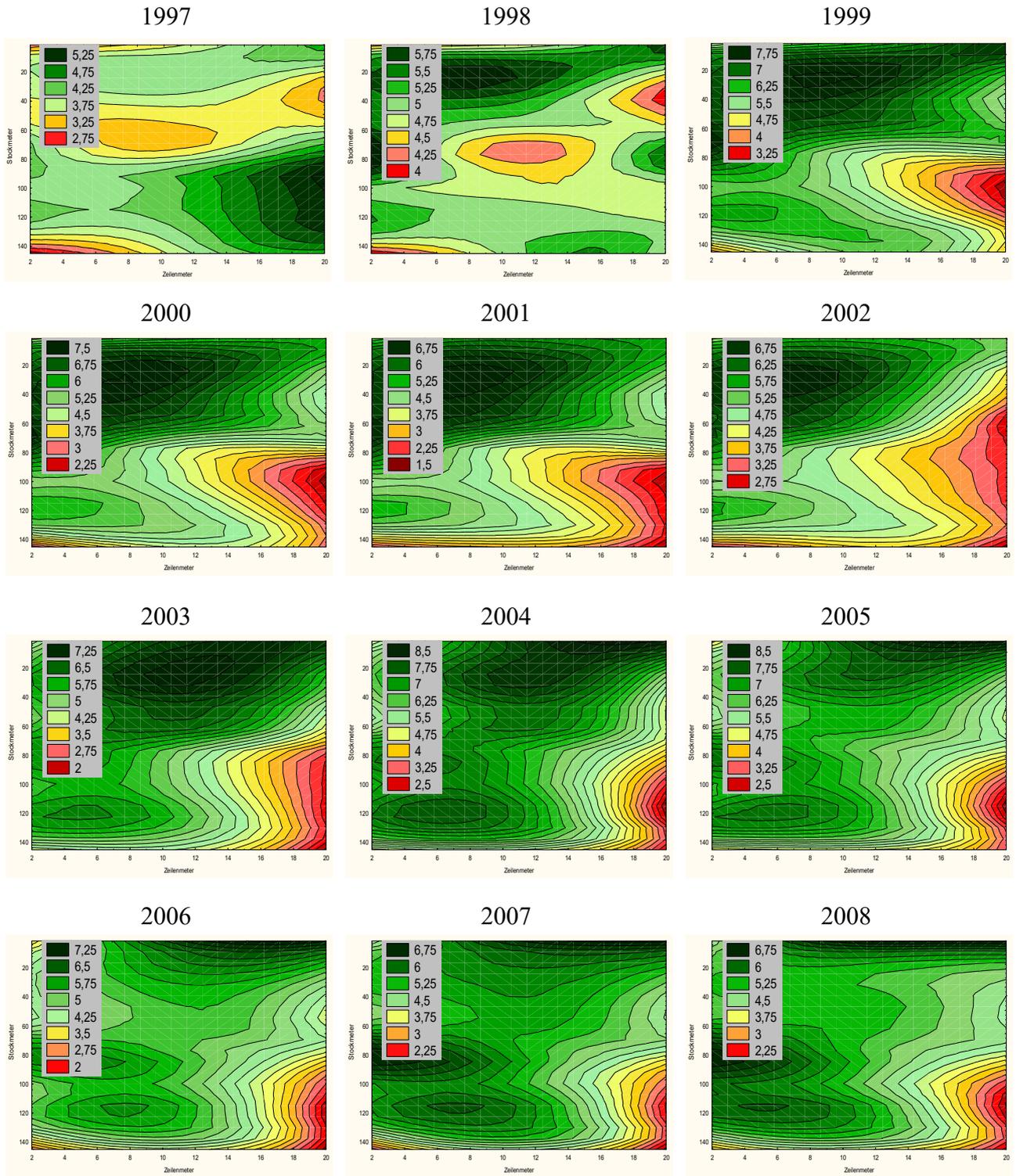


Abb. 31-15: Flächenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich in den Jahren 1997 bis 2008 nicht normiert auf Wuchsklassenumfang.
n = 1102

In Tab. 31-1 sind die auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Eltville und Rüdesheim, in den Jahren 1998 und 1999 sowie der Versuchsfläche Herxheim, im Jahr 2008, ermittelten mittleren Ertragsminderungen wiedergegeben. Diesen Berechnungen liegt folgende Annahme zugrunde: Der unter normalen klimatischen und bewirtschaftungsbedingten Gegebenheiten am Standort mögliche maximale Ertrag liegt bei Reben der Klasse 7 (normaler Wuchs) vor (Ertragsverlust 0 %). Reben niedrigerer Wuchsklassen zeigen einen geringeren Ertrag (Ertragsverlust im Mittel 28 bis 90 %), Reben der höheren Klasse 9 (sehr guter Wuchs; Ertragssteigerung im Mittel 13 %) können, müssen aber keinen höheren Ertrag als die der Klasse 7 aufweisen. Dies zeigt sich beispielsweise im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Rüdesheim, bei welcher sogar eine geringfügige Reduktion im Ertrag der Reben der Klasse 9, im Vergleich zu Reben der Versuchsklasse 7, ermittelt wurde (-2 %).

Tab. 31-1: Mittlere sortenunabhängige Ertragsminderung bzw. -steigerung des am Standort zu erzielenden Maximalertrags normalwüchsiger Reben bei Reben der verschiedenen Wuchsklassen ermittelt auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 sowie der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008.

Mittelwerte, Maxima und Minima.

Versuchsfläche Wuchsklasse / Jahr	Geisenheim		Kiedrich 1		Kiedrich 2		Eltville	Rüdesheim		Herxheim	Alle Flächen		
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1998	1999	2008	Max	Min	MW
0	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
1	-	-	-	-	-	-	-	-78	-97	-95	-97	-78	-90
3	-	-	-34	-58	-	-	-	-74	-83	-71	-83	-34	-64
5	-	-	-11	-18	-8	-33	-16	-41	-54	-45	-54	-8	-28
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	4	4	-	38	15	36	9	6	-2	11	38	+4 (-2)	13

Diese Möglichkeit der Ertragsberechnung bzw. der Ertragsdatenkorrektur wurde in den vergangenen Jahren auf verschiedenen Versuchsflächen bzw. bei verschiedenen Projekten erprobt (z.B. JUNG (2009), PORTEN & JUNG (2014A), MÜLLER (2015), MEUREN (2016) PORTEN ET AL. (2016A), PORTEN ET AL. (2016B), PORTEN ET AL. (2016D), PORTEN & REGNERY (2016L) MÜLLER ET AL. (2016)). Eine andere Anwendungsmethode dieses Rebwuchsbewertungssystems besteht im Vergleich des Rebwuchses von der Unterlagsadaptionanalyse. Derartige Ergebnisse von zwei Adaptionanlagen, im Anbaugebiet Rheingau, sind beispielhaft in den Abbildungen 31-16 und 31-17 wiedergegeben.

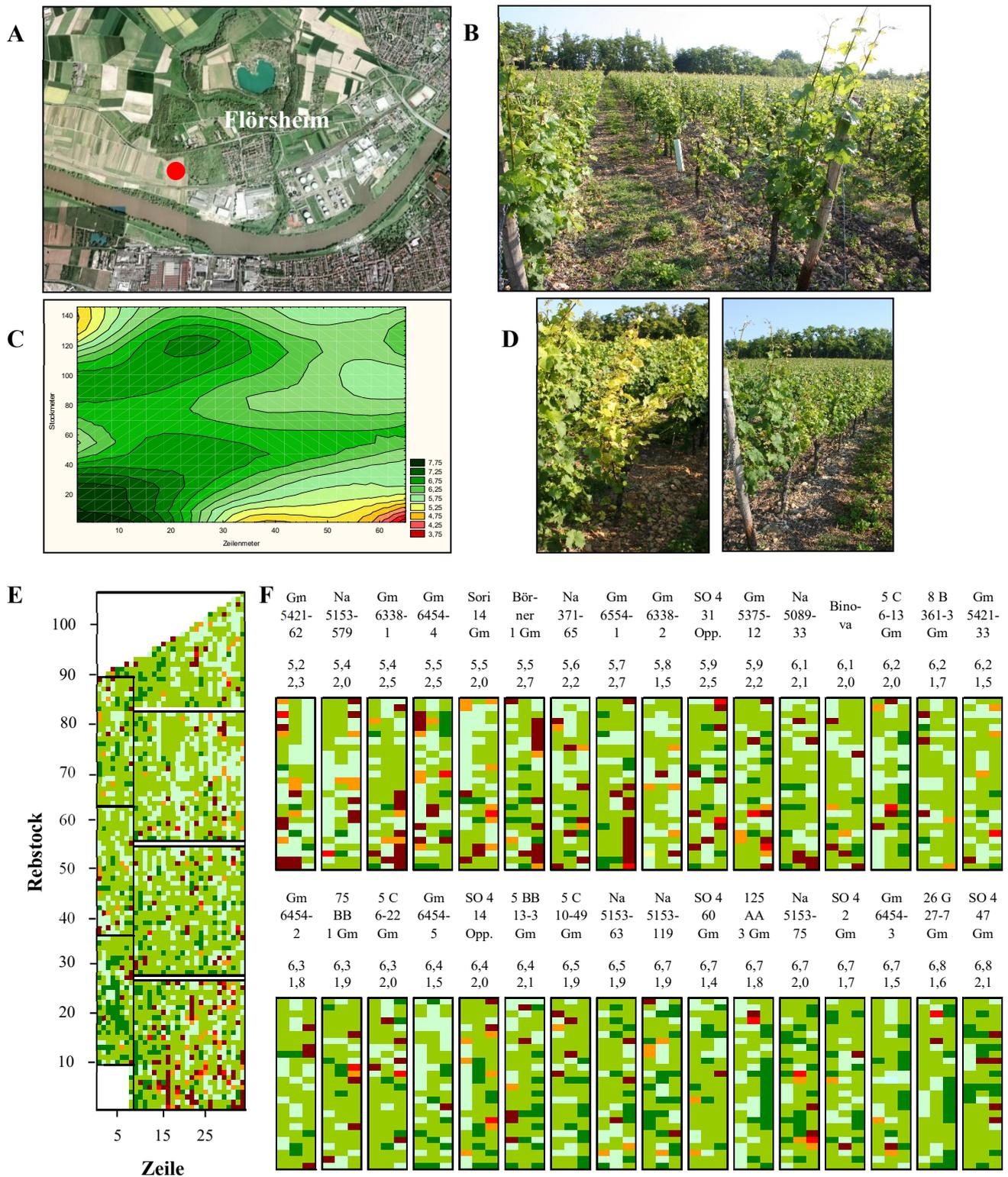


Abb. 31-16: Ergebnisse der Wuchsbonitur auf der Adaptationsanlage Hochheim des Fachgebiets Rebenzüchtung und Rebenveredlung der Forschungsanstalt Geisenheim (Anlagenbetreuung Dr. J. Schmid).

A: Lage der Versuchsfläche (Bildquelle Google Earth, rote Markierung); **B:** Ausschnitt aus Rebzeile; **C:** Flächenkonturplot des Wuchses der Gesamtrebanlage; **D:** Blattverfärbungen an Reben zu verschiedenen Entwicklungszuständen **E:** Einzelstockwuchsbonitur der Gesamtfläche (Legende siehe Tab. 31-1); **F:** Ergebnisse der Einzelstockwuchsbonituren gruppiert nach Unterlagsrebsorten (Sorte, MW und Standardabweichung Wuchs).
 Daten Huber & Porten unpubl.

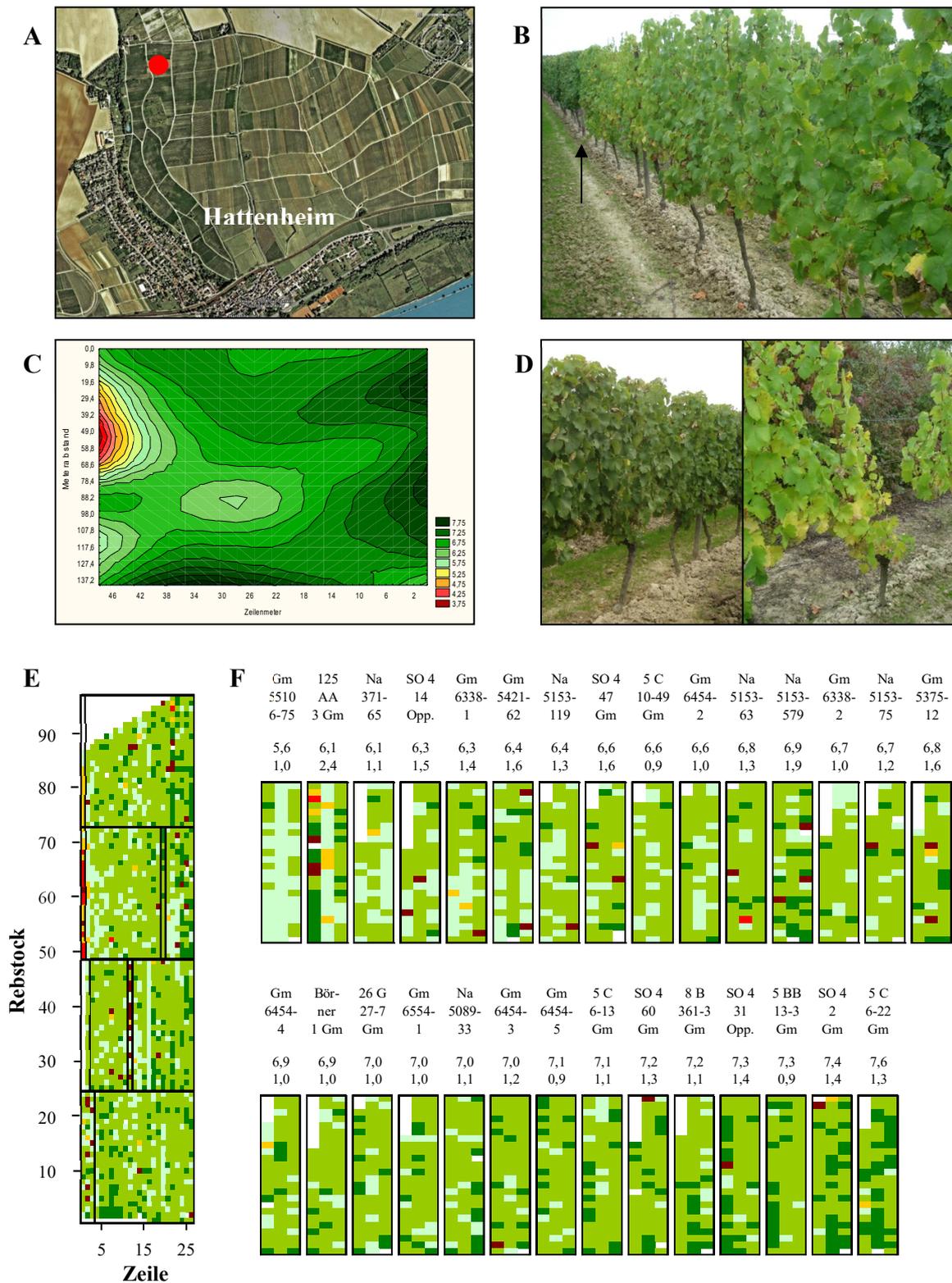


Abb. 31-17: Ergebnisse der Wuchsbonitur auf der Adaptationsanlage Hattenheim des Fachgebiets Rebenzüchtung und Rebenveredlung der Forschungsanstalt Geisenheim (Anlagenbetreuung Dr. J. Schmid).

A: Lage der Versuchsfläche (Bildquelle Google Earth; rote Markierung); **B:** Ausschnitt aus Rebzeile (Pfeil: Wechsel der Unterlagsrebsorte); **C:** Flächenkonturplot des Wuchses der Gesamtanlage; **D:** Reben der Wuchsklasse 7 (normaler Wuchs; links) und 3 (sehr schlechter Wuchs; rechts) **E:** Einzelstockwuchsbonitur der Gesamtfläche (Legende siehe Tab.13-1); **F:** Ergebnisse der Einzelstockwuchsbonituren gruppiert nach Unterlagsrebsorten (Sorte, MW und Standardabweichung Wuchs).
 Daten Huber & Porten unpubl.

Bei der in Abb. 31-16 dargestellten Versuchsfläche Hochheim, handelt es sich um eine im Jahr 1987 mit dem Edelreis 'Weißer Riesling' (Klon 198-10 Gm) bepflanzten Versuchsrebanlage, bei welcher das Edelreis auf 31 unterschiedliche Unterlagsrebsorten gepfropft wurde. Die Unterlagsrebsorten wurden in 3 zufällig ausgewählten Wiederholungen, zu je 26 Stock, gepflanzt. Die Zeilenbreite beträgt 1,8 m, der Stockabstand 1,2 m. Die in Abb. 31-17 beschriebene Rebanlage, in der Gemarkung Hattenheim, wurde im Jahr 1998 ebenfalls mit der Rebsorte 'Weißer Riesling' (Klon 198-10 Gm) bepflanzt. Es wurden 29 verschiedene Unterlagsrebsorten in je 3 Wiederholungen mit je 23 bis 24 Rebstöcken verwendet. Die Zeilenbreite beträgt 1,83 m, der Stockabstand 1,23 m (mündl. Mitt. Schmid). Unterschiede in der vegetativen und generativen Leistung der unterschiedlichen Unterlags-Edelreis-Kombinationen wurden seit 1991 festgestellt; ein Reblausbefall der Wurzeln ist ebenfalls seit 1991 bekannt (mündl. Mitt. Schmid). Auf beiden Versuchsflächen wurde im Jahr 2006 ein Vorkommen von *Roesleria subterranea* festgestellt (mündl. Mitt. Huber). Ebenso sind auf beiden Rebanlagen Rebstöcke mit Esca- und Schwarzholz-Symptomen vorhanden.

Sowohl die Ergebnisse der Einzelstockbonituren (Abb. 31-16 C) als auch das in Abb. 31-16 (B + D) wiedergegebene Bildmaterial zeigen starke Wuchsdepressionen und Absterbeerscheinungen in Arealen der Adaptionanlage Hochheim, welcher zumindest zum Teil auf *R. subterranea* zurückgeführt werden können (eine flächendeckende Untersuchung des *R. subterranea*-Vorkommens wurde nicht durchgeführt; mündl. Mitt. Huber). Abb. 31-16 F zeigt, dass abgestorbene bzw. nahezu abgestorbene Reben auf der gesamten Rebanlage vorkommen, in höherer Zahl aber vor allem im unteren Bereich der Rebanlage, bis ca. Stock 30. In Abb. 31-16 F wurden die drei Wiederholungen je Unterlagsrebsorte nebeneinandergestellt und der mittlere Wuchs je Unterlagsrebsorte im Jahr 2008 berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass über die Wiederholungen hinweg der mittlere Wuchs von schwachem Wuchs (Klasse 5,2 Unterlagsrebsorte Gm 5421-62) bis nahezu normalen Wuchs (Klasse 6,8, Unterlagsrebsorte SO 4 Kl. 47 Gm) beträgt. Einen insgesamt etwas besseren Wuchs zeigen die Reben der Selektionsrebanlage Hattenheim (Abb. 31-17 C). Im äußersten linken oberen Bereich dieser Rebanlage konnte ein Bereich abgestorbener, nahezu abgestorbener und sehr schwachwüchsiger Rebstöcke festgestellt werden (Abb. 31-17 B, C, D). Die Darstellung der Einzelstockwuchsergebnisse (Abb. 31-17 E) zeigt, dass sich der durch *R. subterranea* verursachte Hauptschaden, im Jahr 2008, fast ausschließlich auf die Rebzeile 1 ab Stock 48 beschränkte. Bei dieser Zeile handelt es sich um eine nicht für den Adaptionversuch genutzten Randzeile. Ebenfalls nicht im

Versuch sind die durch schwarze Umrandungen gekennzeichneten Rand- und Zwischenzeilen. Die Absterbeursachen der 16 auf der Anlage vorkommenden abgestorbenen Rebstöcke ist nicht bekannt, eine flächige Untersuchung auf *R. subterranea* wurde nicht durchgeführt (mündl. Mitt. Huber). Der in Zeile 7 vorkommende nahezu abgestorbene Rebstock zeigte in 2008 akute Esca-Symptome. Den schlechtesten mittleren Wuchs aller im Versuch befindlichen Unterlagsrebsorten zeigte auf der Versuchsfläche Hattenheim die Unterlagsrebsorte Gm 5510-675 (Klasse 5,6), den besten die Unterlagsrebsorte 5 C Klon 6-22 Gm (Klasse 7,6; Abb. 31-17 F). Auffällig hierbei ist, dass bei diesen beiden Unterlagsrebsorten keine abgestorbenen oder nahezu abgestorbenen Rebstöcke festgestellt wurden und bei allen drei Wiederholungen je Unterlagsrebsorte die Reben einen ähnlichen Wuchs zeigten. Dies wird auch durch die geringen Standardabweichungen von 1,0 und 1,3 verdeutlicht.

Diese beiden Adaptionanlagen werden von der Forschungsanstalt Geisenheim seit dem Jahr 1991 wissenschaftlich betreut. In dieser Zeit wurden eine Vielzahl verschiedener Untersuchungen in diesen Rebanlagen durchgeführt (Schmid et al. 2005).

Neben der Differenzierung einzelner Wuchsklassen auf Grundlage unterschiedlicher vegetativer und/oder generativer Parameter bzw. statistisch nicht unterscheidbarer Messergebnisse, welche auf den integrativen Charakter des Wuchsbonitursystems hinweisen, ist die Erfassung und Differenzierung der verschiedenen biotischen und abiotischen, den Rebwuchs beeinflussenden Faktoren, Basis dieses Wuchserfassungssystems.

3.1.1.4 Beschreibung des Rebwuchsbonitursystem

In der nachstehenden Tabelle 31-2 sind die im Freiland zu erfassenden Wuchsunterschiede aufgeführt, die innerhalb der langjährigen Anwendung des Wuchsbonitursystems erarbeitet werden konnten. Die folgende Darstellung dient als Handbuch bei der Nutzung des Bonitursystem und bietet somit eine Hilfestellung, um bei einer schwierigen Einstufung zwischen den Boniturstufen Klarheit zu schaffen.

Tab. 31-2: Note, Kurzbeschreibung und Charakterisierung der Klassen des Rebwuchsbontur-systems.

Bildquellen: Porten, Huber, Bauer, Schmid, Hill; Datenquellen: Porten, Huber (unpubl.), Porten & Huber (unpubl.)

Wuchsklasse / Kurzbeschreibung	Charakterisierung der Wuchsklasse
<u>A. Wuchsform, Laubwandform und -porosität, Trauben und Ertrag</u>	
0 / Rebstock abgestorben	
 <p>0 / Rebstock abgestorben</p>	<p>Rebstöcke ohne Austrieb (Pfeil weiß) oder mit abgestorbenem Austrieb (Pfeil gelb) sowie Fehlstöcke (Pfeil rot). Ertragsverlust 100 % (Basis Wuchsklasse 7).</p> <p>Rebstöcke ohne Austrieb (Pfeil weiß) oder mit abgestorbenem Austrieb (Pfeil gelb) sowie Fehlstöcke (Pfeil rot). Ertragsverlust 100 % (Basis Wuchsklasse 7).</p>
1 / Rebstock nahezu abgestorben	
	<p>Rebstock fast abgestorben. Teile des Bogens oder ganzer Bogen abgestorben (Bild 2), nur Kurztriebe, die nicht über Handlänge hinausreichen sind vorhanden. Austrieb der meisten Augen ist im Folgejahr eher unwahrscheinlich. Extrem gestauchter Wuchs, kein Aufbau einer Laubwand. Vollständige Durchsicht zur Laubwand der Nachbarzeile ist möglich. Der Rebstock ähnelt zum Bewertungszeitpunkt im Spätsommer einem Rebstock kurz nach dem Austrieb. Rebstock erscheint zum Boniturzeitpunkt im Spätsommer wie im Entwicklungsstadium kurz nach dem Austrieb. Gestauchter Wuchs ähnlich einem starken Kräuselmilbenbefall (<i>Calepitrimerus vitis</i> Nalepa). Blattfarbe stark aufgehellt, zum Teil an Verbrennungen erinnernde Blattverfärbungen, welche an Säureschäden oder starke Chlorose (Bild 1) erinnern.</p> <p>Trauben keine oder wenig. Wenn vorhanden wird keine normale Entwicklung erreicht. Einzeltraubengewicht maximal 20 % des standort- und sortenüblichen Einzeltraubengewichts. Mittlerer Ertragsverlust 90 % (min. 78 %, max. 100%; Basis Wuchsklasse 7).</p>

Wuchsklasse / Kurzbeschreibung

Charakterisierung der Wuchsklasse

3 / Sehr schwacher Wuchs

Allgemein sehr starke Schädigungen am Rebstock zu erkennen. In der Regel ist aber maximal ein halber Bogen abgestorben oder ohne Austrieb. Teilweise gestauchter Wuchs. Im Spätsommer erreichen ein bis drei Triebe den oberen Heftdraht. Eine Gipfelung solcher Rebstöcke entfällt in der Regel. Die Blattfläche ist somit gegenüber der Wuchsklasse 1 etwas erhöht, eine Laubwand im eigentlichen Sinne ist jedoch nicht vorhanden. In der Seitenansicht sind weniger als 25 % der potentiellen Laubwandfläche bedeckt. Die Laubwand ist einlagig. Eine Durchsicht zur Laubwand der Nachbarzeile ist möglich. Die Mehrzahl der Triebe zeigt einen gestauchten Wuchs. Diese sind maximal hand- bis ellenlang und weisen des Öfteren verbrennungsartige Blattverfärbungen auf. Falls Trauben ausgebildet sind, sind diese oft sehr stark verrieselt. Das Einzeltraubengewicht erreicht maximal 50 % des standort- und sortenüblichen Umfangs. Mittlerer Ertragsverlust 64 % (min. 40 %, max. 80%; Basis Wuchsklasse 7).

5 / Schwacher Wuchs

Vermehrter Anteil von Kurztrieben (unter Handlänge). Einzelne Augen sind nicht ausgetrieben. Die vorhandenen Triebe erreichen mehrheitlich den oberen Heftdraht und wachsen auch darüber hinaus, sodass eine Gipfelung erforderlich ist. In der Regel ist die Laubwand nicht mehrlagig mit einer hohen Porosität. Es sind maximal 70 % der potentiellen Laubwandfläche ausgebildet. Die Durchsicht durch die Laubwand ist nur teilweise möglich, eine Beschattung der Fahrgasse ist weitestgehend gegeben. Laubwand leicht aufgehellt, nicht durch Chlorose sondern schlechteren Ernährungszustands bedingt. Die an den normal entwickelten Trieben befindlichen Trauben sind weitgehend voll ausgebildet, trotzdem liegen zum Teil stressbedingte Verrieselungen vor. Bei den zahlreicher vorhanden Kümmertrieben und im Wuchs reduzierten Trieben (nicht über Ellenlänge) finden sich zumeist verrieselte Trauben. Mittlerer Ertragsverlust 28 % (min. 10 %, max. 50 %; Basis Wuchsklasse 7).

Bild oben: Ausschnitt aus Rebanlage.
Rebstöcke der Klasse 5 in Bildmitte

Wuchsklasse / Kurzbeschreibung

Charakterisierung der Wuchsklasse

7 / Normaler Wuchs



Laubwand voll ausgebildet. Kaum Kümmertriebe. Triebe reichen über den obersten Heftdraht hinaus. Gipfelung zum Teil mehrfach erforderlich. Sehr geringe Porosität. In der Seitenansicht weist die Laubwand keine Lücken auf. Gleichmäßige Beschattung der Nachbarzeile. Die benachbarte Rebzeile ist durch die Laubwand nicht zu erkennen. Die Laubwand ist zweischichtig, die Dicke der Laubwand basiert meistens nur auf einer bis 2 Blattlagen. In der Regel wird eine mittlere Laubwanddicke (Müller et al 1999) von 40 cm nicht überschritten. Verstärkte Geiztriebbildung.

Die Farbe der Blätter ist ein normales dunkles Grün.

In normalen Jahren Trauben kaum verrieselt. Die Einzeltraubengewichte sind somit standort- und sortentypisch normal. Behang an Trauben normal. Jahrgangsabhängige Durchschnittswerte an Trauben pro Trieb und ausgetriebenem Auge werden nicht überschritten. Es ist somit von einem normalen, dem Standort angepassten Ertrag auszugehen.

Ertragsverlust 0 %.

9 / Sehr guter Wuchs



Laubwand voll ausgeprägt. Keine Porosität. Durchsicht zur Nachbarzeile nie möglich. Die mittlere Laubwanddicke beträgt 40 cm und mehr je nach Bestandsführung (Laubschnitt, Drahtrahmen, Erziehungsform). Laubwand ist mehrschichtig ohne mastigen Wuchs, vielmehr bedingt durch ein ideales an die Standortbedingungen (Klima, Boden) und Bestandsführung angepasstes Wachstum. Zu starke Eigenbeschattung und damit verbundene abnehmenden Energieeffizienz liegen nicht vor.

Die Blattfarbe ist ein dunkles Grün ohne lokale Blattaufhellungen. Blattfarbe variiert kaum. Keine seneszenten Blätter vorhanden.

Trauben sind voll entwickelt aber nicht zu kompakt. Einzeltraubengewicht entspricht der Wuchsklasse 7. Traubenanzahl sowie Traubenansatz können im Vergleich zur Wuchsklasse 7 leicht erhöht sein. Die etwas höhere Blattfläche kann in Zusammenhang mit einem erhöhten Traubenansatz zu höheren Erträgen ohne Qualitätseinbußen führen. Mittlere Ertragserhöhung 10 % (0 %, max. 40 %; Basis Wuchsklasse 7).

B. Blattaufhellungen, Nährstoffmangel/-überschuss, Trockenstress; durch Bewirtschaftungsmaßnahmen kurz- und mittelfristig beeinflussbar

Neben Parametern wie Wuchsform, Laubwandform und -porosität, welche beispielsweise die Triebzahl, die Triebstellung, die Anzahl an Kümmertrieben und Stauchungen der Triebe berücksichtigen (s.o.) sowie der Bewertung von Traubenzahl, Traubenaufbau und Ertrag, werden auch Blattaufhellungen bzw. -verfärbungen und Veränderungen des Blatthabitus bei der Eingruppierung in die verschiedenen Wuchsklassen berücksichtigt. Veränderungen dieser Art können sowohl durch Nährstoffmangel- oder überschuss, mikrobielle oder tierische Schädlinge, mechanische Verletzungen oder fehlerhaften Einsatz von Pflanzenschutzmitteln verursacht werden. Der Grad der Abstufung hängt dabei von der Ursache und dem Ausmaß der Symptomausprägung ab.

Stickstoffmangel



Blattsymptome: Aufhellung (hellgrün, gelbgrün), rötliche Blattstiele, reduzierte Blattgröße (Bild 1)

Zusätzliche Wuchssymptome: Reduzierte Traubengröße, Kümmerwuchs, verkürzte Internodien, geringer zu erwartender Holzertrag (Bild 3; Bild 2 ohne Mangelsymptome)

→ Einstufung Wuchs (siehe A)



Bormangel



Blattsymptome: Blattdeformation, feine Blattaufhellung, Adern bleiben grün (Bild 1)

Zusätzliche Wuchssymptome: starke Verrieselung (auch bei B-Überschuss), Triebdeformation und Absterben der Triebspitze (Bild 2), gestauchtes Wachstum

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Kaliummangel



Blattsymptome: an älteren basalen Blättern dunkle Verfärbung (braun-schwarz), an jungen Blättern Verwerfungen, Rollen der Blattränder, Blattrandnekrosen

Zusätzliche Wuchssymptome: Reduzierter Traubenwuchs, bei starkem Mangel 'Welke-tracht' (Bild 1)

→ Einstufung Wuchs (siehe A)



Blattsymptome: an älteren basalen Blättern

Magnesiummangel



Blattsymptome: Vorwiegend ab Mitte Juli an älteren Blättern und in jüngeren Rebanlagen fest zu stellen, Gelbverfärbung (weiße Rebsorten) und Rotverfärbung (rote Rebsorten) der Interkostalfelder, Blattadern bleiben grün (Bild 2), hauptsächlich an basalen Blättern (Bild 1)

Zusätzliche Wuchssymptome: Stiellähme (Bild 3)

→ Einstufung Wuchs (siehe A; nur bei starkem Mangel Abstufung im Wuchs v.a. aufgrund Ertragsverlust durch Stiellähme); Zusatzabstufung Blattsymptome 1 Klasse



Manganüberschuss



Blattsymptome: Nach unten rollende Blätter, zum Teil mit (auch großflächiger) Nekrotisierung, frühzeitige Geiztriebbildung, Schwärzungen der Triebachse.

Bei starker Ausprägung Verkümmern der Triebe und Blättern die verbrannt erscheinen

Zusätzliche Wuchssymptome: Reduzierter Traubenwuchs

→ Einstufung Wuchs (siehe A)



Phosphormangel



Blattsymptome: Schmutzig grüne Blätter vergleichbar Kalziummangel

Zusätzliche Wuchssymptome: Reduzierter Wuchs (kleine aufrecht wachsende Reben), Starrtracht (Bild 3; Bild 2 ohne Mangelsymptome)

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Kalziummangel

Blattsymptome: schmutzige braune und gelbe Verfärbung des Blattes (kreisförmig angeordnet), Blattrand kann absterben

Zusätzliche Wuchssymptome: ähnlich der Starrtracht bei Phosphormangel

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Trockenstress



Blattsymptome: starke, gelbliche Aufhellung bis hin zu abgestorbenen Blättern oder teilweise verbrauchte oder nekrotisierte Blattflächensegmente

Zusätzliche Wuchssymptome: Reduzierte Traubengröße, Kümmerwuchs, verkürzte Internodien, geringerer Holzertrag

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

C1. Schädlinge mit unterschiedlicher negativer Beeinträchtigung; durch Bewirtschaftungsmaßnahmen kurz- und mittelfristig beeinflussbar

Chlorose (Gelbsucht, Eisenmangel-, Kalk-, Kälte-, Verdichtungs-, Stress-, Schlechtwetterchlorose)



Blattsymptome: Gelbfärbung der Blattfläche (Bild 1) zuerst im apikalen Bereich, Blattadern bleiben grün, Nekrosen vom Blattrand beginnend (Bild 2)

Zusätzliche Wuchssymptome: Verrieselung, zum Teil starke, über Jahre hinweg feststellbare Wuchsdepressionen

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung Blattsymptome 1 Klasse



Echter Mehltau (*Erysiphe necator* Schwein.)



Blattsymptome: Blätter mit einem mehlartigen Überzug, Andeutung von einer Blasigkeit des Blattes

Zusätzliche Wuchssymptome: Bläulich-lila gefärbte bis dunkel-blaubräunlich eingetrocknete Beeren oder ganze Traubenteile, teilweise bräunlich verfärbte bis eingetrocknete nekrotisierte Gescheine oder Gescheinsspitzen

→ Einstufung Wuchs (siehe A)



Falscher Mehltau

(*Plasmopara viticola* (Berk. & Curt) Berl. & di Toni)



Blattsymptome: Ölflecke auf der Blattoberseite, weißer Pilzbelag bis bräunlich-eingetrockneter Pilzbelag auf der Blattunterseite, zum Teil tränenartig verlaufende Nekrotisierungsstreifen

→ Abstufung: 1 Klasse

Zusätzliche Wuchssymptome:

→ Einstufung Wuchs (siehe A)



Graufäule (*Botrytis cinerea* Pers.)



Blattsymptome: braun verfärbtes Gewebe am Blatt sowie an der Triebachse. Brüchiges Gewebe; selten vorkommende, schwarze Sklerotien am Blatt

→ Abstufung: 1 Klasse

Zusätzliche Wuchssymptome:

Braunes, weiches Gewebe der Beeren, besonders problematisch im frühen Reifestadium (Sauerfäule); von grauem Pilzbelag überzogene Beeren (siehe Bild), nekrotisierte Beeren sowie Stiele, Bildung von Bodentrauben (Ertragsverlust 10 bis 80 % möglich)

→ Einstufung Wuchs (siehe A)



Schwarzfäule (*Guignardia bidwellii* (Ellis) Viala & Ravaz)



Blattsymptome: Rinde der Triebe mit bräunlich-nekrotisierten Flecken; Flecken zum grünen Gewebe hin meist durch schwarzgelb gefärbten nekrotisierten Ring abgegrenzt. Oftmals im nekrotisierten Bereich konzentrisch angeordnete Pyknidien als schwarze Punkte zu erkennen

Zusätzliche Wuchssymptome:

Befallene Beeren sind, im Gegensatz zum falschen Mehltau nicht lila-bläulich-schwarz gefärbt, sondern dunkelschwarz; die rasche Nekrotisierung der Beeren führt zu schneller Mumbildung von „Trauben“; frisch befallene Beeren weisen eine hellbraune Verfärbung auf

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung

Blattsymptome 1 Klasse

Roter Brenner (*Pseudopezicula tracheiphila* (Müll.-Thurg.) Korf & Zhuang)



Blattsymptome: bei weißen Rebsorten zunächst hellgelbe Verfärbung, bei roten Rebsorten rubinartige Verfärbung von Blattteilsegmenten; die befallenen Blattsegmente werden randständig durch die Blattadern begrenzt, sodass ein räumlich begrenzter Befall auftritt. Im weiteren Verlauf schnell entstehendes nekrotisch erscheinendes Befallsbild mit bräunlichen Verfärbungen; die befallenen Blattbereiche sterben ab und fallen ab

Zusätzliche Wuchssymptome: Bei starkem Befall kann im frühen Wuchsstadium auch ein Gescheinebefall mit einem sehr schnellen Absterben der Gescheine vorkommen

→ Einstufung Wuchs (siehe A);

Schwarzfleckenkrankheit (*Crytosporella viticola* Shear)



Blattsymptome: Zu Beginn des Befalls leicht bronzierte Blätter, leichte Deformationen und Aufhellungen des Blattes, bei stärkerem Befall an den Blättern treten tiefbraune bis schwarze mit hellem Hof umgebene Nekrosen auf dem Blatt auf. Bei solch starkem Befall treten im weiteren Wachstumsverlauf Kräuselungen des Blattes auf, wobei die Blattfläche aufreist

Zusätzliche Wuchssymptome:

Teilweise schorfartige Bildungen am Trieb, welche im späteren Befallsverlauf am grünen Trieb zu schwarzen Aufplatzungen des Gewebes führen; schiffenartige Aufreißungen am verholzten Trieb besonders im basalen Bereich

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Kräuselmilbe (*Calepitrimerus vitis* Nalepa)



Blattsymptome: starker Kümmerwuchs zum Austrieb, kurzknötiger gestauchter und besenartiger Wuchs; im weiteren Verlauf der Krankheit erfolgt ein Zerreißen der Blätter. Hellgelblich durchscheinende Einstichstellen erkennbar; stark befallene Blätter und Gescheine vertrocknen, verzögerter Austrieb, basale Blätter sind stark verkrüppelt

Zusätzliche Wuchssymptome: Stammnahe Triebe weisen einen stark verzögerten Austrieb auf, am Ende des Bogens kann hingegen ein verstärkter Austrieb beobachtet werden

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Traubenwickler (*Lobesia botrana* Den. et. Schiff. und *Eupoecilia ambiguella* Hbn.)



Blattsymptome: keine

Zusätzliche Wuchssymptome: Starker Befall der Gescheine mit Bildung von Gespinsten (Heuwurm) und starker Traubenbefall (Sauerwurm) führen zur Ertragsminderung; im Fall von Sauerwurmbefall sowie Süßwurmbefall Verstärkung eines Botrytisbefalls und somit in manchen Fällen auch Sauerfäule

→ Einstufung Wuchs (siehe A);
bei starken Traubensymptome um 1 Klasse analog zum Botrytisbefall

Spinnmilben (*Panonychus ulmi* Koch, *Tetranychus urticae* Koch)



Blattsymptome: Befallene Blätter zeigen bereits beim Austrieb schlechten Wuchs und sind häufig gelb oder rot gefärbt. Einstichkanäle sind zu erkennen. Die Schädigung kann zum Blattfall führen

Zusätzliche Wuchssymptome: Gescheine oder Beeren können betroffen sein. Durch Blattverluste bzw. beeinträchtigte Assimilation kann die Qualität und die Holzreife beeinträchtigt werden

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

C2. Sonderfälle Schädlinge; nicht oder nur bedingt durch Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflussbar (Holz):

Esca und Schwarzholz

Esca-Syndrom (Interaktion diverser Schadorganismen)



Symptome chronische Form:

Bilder 1-5: Von leichten Blattaufhellungen in den Interkostalfeldern und / oder am Blattrand bei älteren Blättern bis zu starken Vergilbungen, Vertrocknungen und Nekrosen. Adern und Adersäume bleiben grün. Rötungen bei roten Sorten möglich. Später frühzeitiger Blattfall. Symptome an einzelnen Trieben bis Gesamtstock. Dunkelblaue bis schwarze Flecken an Beeren (black measles) möglich. Beeren schrumpfen und trocknen ein.

→ Einstufung: Wuchsklasse 3



Symptome Apoplexie:

Bild 6: Schlagartiges Auftreten von gräulichen Flecken auf den Blättern. Blätter an einzelnen Trieben oder am Gesamtstock vertrocknen innerhalb einiger Tage

→ Einstufung: Wuchsklasse 1

Nur Beerensymptome (black measles):

Bild 3

→ Abstufung: 1 Klasse



Schwarzholzkrankheit (Bois noir, Vergilbungskrankheit)



Blattsymptome: bei roten Rebsorten rote Verfärbung mit grünlichem Innenhof, bei weißen Rebsorten gelbgrüne bis gelbe Verfärbung. Am Blattrand erfolgt im späteren Verlauf der Krankheit ein Einrollen der Blätter (Bilder 1, 2, 6). Gräulich wirkende Triebe durch aneinander gereihte, pustelartige feine schwarze Punkte

Symptome Teilbereiche Rebstock: Bild 3: Nur teilweise Ausreifung des Triebes und Absterben von ganzen Trieben schon im Sommer
Einstufung → Wuchsklasse 3

Symptome Gesamtrebstock: Absterben aller Triebe, Vertrocknen der Trauben (Bilder 3 und 4)
Einstufung → Wuchsklasse (siehe A)

Blattsymptome: bei roten Rebsorten rote Verfärbung mit grünlichem Innenhof, bei weißen Rebsorten gelbgrüne bis gelbe Verfärbung. Am Blattrand erfolgt im späteren Verlauf der Krankheit ein Einrollen der Blätter (Bilder 1, 2,

Eutypiose (*Eutypa lata* (Pers. Fr.) Tul

Blattsymptome: Blätter bleiben während der Vegetationsphase klein und wirken stark chlorotisch; in manchen Fällen eingerollt, verkräuselt und deformiert, Blätter weisen oft nekrotische Bereiche auf, wobei diese randständig sind und mit zunehmendem Blattalter in Form und Größe zunehmen

Zusätzliche Wuchssymptome:

Teilweise späterer Austrieb, ausbleibende Augen, Bildung sehr schwacher Triebe sowie Kümmertrieben mit verkürzten Internodien; starke Verrieselung der Trauben mit hohem Anteil von kleinbeerigen Trauben; betroffene Gewebeteile sterben ab, sind braungrau bis schwarz verfärbt und verhärten innerhalb der Entwicklungsphase. Über die Jahre hinweg nehmen die abgestorbenen Triebanteile zu; durch Frosteinwirkungen entsteht zusätzlich ein verstärkter Ausfall von Augen, was in der weiteren Folge zum teilweisen oder vollständigen Absterben der Rebstöcke führt

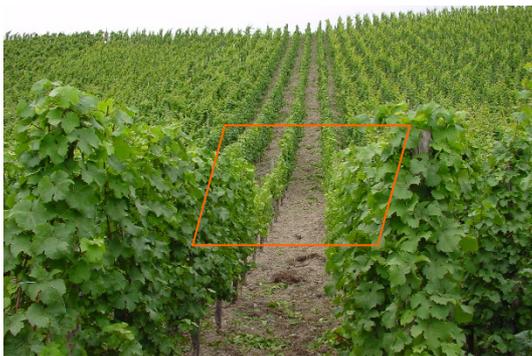
→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung Blattsymptome 1 Klasse

C3. Sonderfälle Schädlinge; nicht oder nur bedingt durch Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflussbarer Wurzel):

Roesleria subterranea und Reblaus-Mikroorganismen-Komplex

Die in dieser Gruppe angeführten Schaderreger bzw. Krankheitskomplexe weisen vor allem drei Besonderheiten auf. Zum einen können ihnen keine spezifischen oberirdischen Symptome zugeordnet werden. Bei Befall mit diesen Erregern kann vielmehr eine Palette verschiedener unterschiedlich stark ausgeprägter oberirdischer Schadsymptome beobachtet werden. Zum anderen sind die Erreger oberirdisch überhaupt nicht, unterirdisch mit Ausnahme der Reblaus und den Fruchtkörpern von *R. subterranea* zu bestimmten Zeiten nicht visuell zu identifizieren. Zum dritten stehen derzeit für keinen dieser Erreger zugelassene direkte Kontrollmöglichkeiten zur Verfügung. Hinsichtlich des Schadmanagements sind nur indirekte Bewirtschaftungsmaßnahmen möglich.

Reblaus-Mikroorganismen-Komplex



Blattsymptome: kaum sichtbare bis sehr starke Verfärbungen und Welkerscheinungen (abhängig u.a. von der Beteiligung toxinbildender Mikroorganismen)

Zusätzliche Wuchssymptome: Keine Beeinträchtigung bis Kümmerwuchs und Absterben.

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung Blattsymptome bis 1 Klasse



***Roesleria subterranea* Thüm. & Pass.**

Blattsymptome: kaum sichtbare bis sehr starke Verfärbungen und Welkeerscheinungen. Verfrühte Seneszenz

Zusätzliche Wuchssymptome:

Keine Beeinträchtigung bis sehr starker Kümmerwuchs und Absterben

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung Blattsymptome bis 1 Klasse



C4. Sonderfälle Schädlinge; nicht durch Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflussbar

Blattrollkrankheit (Grapevine leaf roll associated virus; GLRaV)



Blattsymptome: Ab Ende Juli besonders im basalen Bereich Einrollen der Blätter zur Blattunterseite; gleichzeitiges einsetzen einer verfrühten Herbstverfärbung. Die Blattadern bleiben aber grün

Zusätzliche Wuchssymptome: Schwacher Wuchs meist erst längere Zeit nach Infektion. Die befallenen Reben zeigen eine verstärkte Blütempfindlichkeit

→ Einstufung Wuchs (siehe A);
Zusatzabstufung Blattsymptome bis 1 Klasse

Reisigkrankheit (Grapevine Fanleaf Virus (GFLV); Arabismosaik-Virus (ArMV), Himbeerringflecken-Virus (Raspberry ringspot virus RRV, cherry-Stamm RRV-ch)



Blattsymptome: Fehlende oder verstärkte Blattlappung, asymmetrisches Blatt, stark gezahntes und eingezogenes Blatt, Zahnschuppe des Blattes mit schwarzem Punkt, Raffung der Hauptadern (Fächerblatt), Gelbverfärbungen der Blätter verschiedenster Art inklusive infektiöse Panaschüre, Gelbverfärbung verwechselbar mit anderen Krankheitssymptomen

Zusätzliche Wuchssymptome: Doppelknoten, kurze gestauchte Internodien, starkes Verrieseln, Jungfernfrüchtigkeit, Kümmerwuchs, Besenwuchs, Schwachwüchsigkeit

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung
Blattsymptome bis 1 Klasse

Mauke (*Agrobacterium vitis*)**Blattsymptome:**

Starke Kümmertrieb Bildung mit chlorotischen Aufhellungen des Blattes bis hin zur Bildung von kleineren Blättern aufgrund der Kümmertrieb Bildung

Zusätzliche Wuchssymptome:

Längliche und knollenartige Wucherungen am Rebstamm. Zu Beginn sind die Wucherungen bräunlich und werden im weiteren Vegetationsverlauf hart und dunkelbraun bis schwarz. Die Wucherungen wirken tumorartig, das befallene Gewebe stirbt ab. Die Auswirkungen auf den Wuchs sind direkt abhängig von der Stärke der befallenen Rebstammfläche und reichen von kaum wahrnehmbar bis zum Absterben des Rebstocks. Entsprechend Ertragsrückgänge in Abhängigkeit von der Befallstärke liegen vor

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung Blattsymptome bis 1 Klasse

D. Unbekannte Ursachen; im Freiland visuell nicht bestimmbar: Mikroorganismen
(z.B. *Cylindrocarpon* sp., *Fusarium* sp.),

'Mikroskopische Pilze'



Blattsymptome: kaum sichtbare bis sehr starke Verfärbungen und Welkeerscheinungen. Verfrühte Seneszenz; abhängig u.a. von Toxinbildung

Zusätzliche Wuchssymptome:

Keine Beeinträchtigung bis sehr starker Kümmerwuchs und Absterben

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung Blattsymptome bis 1 Klasse



Bild A: Basidiomycet (verifiziert als Schadursache); Bild B: *Cylindrocarpon* sp. (verifiziert als Schadursache; erregerspezifische Wurzelgewebsverfärbung); Bild C: Pilzhyphen (nicht schadursächlich)



E. Durch Umweltfaktoren verursachte Schäden unterschiedlicher Nachhaltigkeit

Hagelschäden



Blattsymptome: einschlagartige, teilweise runde, braun verfärbte und nekrotisierte Blattsprenge, stellenweise mit Einrissen, bei starkem Hagelschlag sind ganze Teile des Blatts eingerissen oder zerrissen.

Eine Verwechslung mit Herbizidschäden ist möglich; bei starkem Hagelschlag teilweise Verlust der ganzen Blattfläche und der Triebe

Zusätzliche Wuchssymptome: starke Aufplatzungen an den grünen sowie den verholzten Trieben und des mehrjährigen Holzes, Heraustreten des Stützgewebes durch die Verletzungen des Hagelkorns. Bildung von korkartigem Gewebe, teilweise überwuchernd

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Blitzschlag



Blattsymptome: abgestorbene verbrannt wirkende Blätter, in der Regel ist die ganze Blattsprenge betroffen

Zusätzliche Wuchssymptome: Triebachse bräunlich bis schwarz und zum größten Teil abgestorben

→ Einstufung Wuchs (siehe A)



F. Schadsymptome ohne Abstufung (abiotische Faktoren, Pflanzenschutzmittel- und Pflanzenstärkungsmittleinsatz)

Herbizidschäden



Blattsymptome: Runde bis tropfenartige Nekrosen ohne Pyknidienbildung, Absterben der betroffenen Blattspreite

Zusätzliche Wuchssymptome: Teilweise flächenartige Verbraunung von betroffenen Triebachsen

→ Einstufung Wuchs (siehe A); Zusatzabstufung bei sehr starken Blattsymptomen bis 1 Klasse



Verbrennungen durch Pflanzenstärkungsmittel



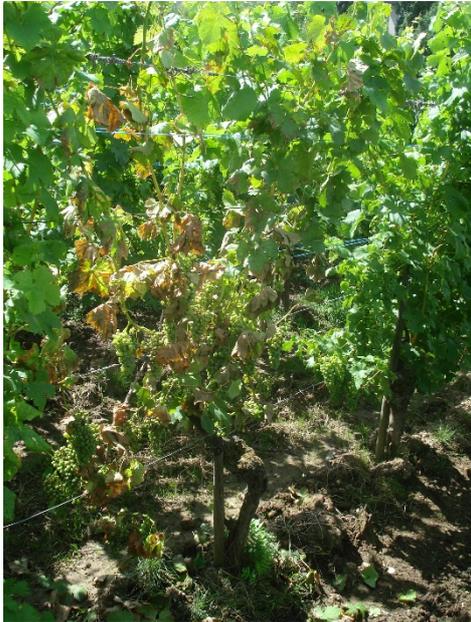
Blattsymptome: Flächige Vergilbungen und Aufhellungen zu Beginn der Blattveränderungen bis hin zum flächenartigen Absterben von ganzen Blatteilen und Blättern in Form einer nekrotisierten Verbraunung

Zusätzliche Wuchssymptome: Teilweise flächenartige Verbraunung von betroffenen Triebachsen

→ Einstufung Wuchs (siehe A);



Hitzeschäden, z.B. Verbrennungsschäden durch Bekämpfung von Beikräutern mit Gasbrennern



Blattsymptome: Flächige, verbrennungsartige Verbräunungen die teilweise durch geringe Anteile von grünen Blattspreitensegmenten unterbrochen werden

Zusätzliche Wuchssymptome: Flächige bräunliche Verfärbung ganzer Triebe bis zu Absterben von ganzen Trieben oder Triebteilen

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Sonnenbrand



Blattsymptome: hitzeartige Schäden auf den Blättern, die an Verbrennungen erinnern

Zusätzliche Wuchssymptome: bläulich bis lila wirkenden Beerenteile (sonnenexponierte Beerenteile) teilweise flächig abgestorbenen Beerenteile

→ Einstufung Wuchs (siehe A)

Bei starkem Befall durch einen Schädling, stark ausgeprägter Symptomatik einer Erkrankung oder starken Schäden, verursacht durch Außenfaktoren, können die Einzelstockwuchsbonituren mit einer Sonderbezeichnungen z.B. e = Esca, sw = Schwarzholz, c = Chlorose versehen werden. Nachgepflanzte Reben werden extra markiert und werden entsprechend der Wuchsentwicklung in den Folgejahren in die entsprechende Wuchsboniturstufe eingruppiert. Gelegenheitsschädlinge oder regional begrenzt vorkommende Erkrankungen werden in ihren Auswirkungen zunächst nach dem angeführten Bonitursystem mit in die Bewertung der Rebanlage einbezogen. Das heißt, Wuchsveränderungen die nicht einer der unter B bis F, in Tab. 31-2, aufgeführt Schadsymptomgruppen

zugeordnet werden können, sind somit auch zu berücksichtigen. Hier ist beispielsweise *Peribatodes rhomboidaria* Den. et Schiff. (Rhombenspanner) zu nennen, der durch seine Fraßtätigkeit zu starken Verlusten im Ertrag und zum Verlust von Blattfläche führen kann. Auch andere Schädlinge wie Pockenmilbe (*Colomerus vitis* Pagenstecher), Rebentrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel), Eulenfalter (Noctuidae), Rebstichler (*Byctiscus betulae* L.), Springwurmwickler (*Sparganothis pilleriana* Schiff.), Schild- und Schmierläuse (*Parthenolecanium corni* Bouché, *Pulvinaria vitis* L.), Wespen (*Paravespula vulgaris* L., *Paravespula germanica* F.), Schnecken (Gastropoda) und besonders Dickmaulrüssler (*Otiorrhynchus sulcatus* F.) können derart zu starken Ertragsverlusten und/oder Wuchsdepressionen führen und durch die Grundbonitur (Tab. 31-2, A) erfasst werden. Bei stärkeren Schäden durch diese Schaderreger empfiehlt sich eine gesonderte Kennzeichnung der befallenen Reben, wie zuvor erwähnt mit Sonderkennzeichen. Auch die Berücksichtigung des Einflusses verschiedener pilzlicher Schaderreger, wie zum Beispiel *Penicillium expansum* Link, *Trichothecium roseum* (Pers.) Link und *Mucor* sp. sowie die nicht pilzlich verursachte Essigfäule, kann in einer Sonderkennzeichnung, in Zusammenhang mit der Boniturnote, erfolgen. Weitere pilzliche Schaderreger, wie *Coniella diploidiella* (Speg.) Pet. et Syd. oder *Septoria ampelina* Bertk. et Curt., treten sehr selten auf, meist nur im Zusammenhang mit anderen Ereignissen, wie zum Beispiel Hagelschlag. Auch diese werden ebenfalls zunächst in Form der Grundbonitur aufgenommen. Darüber hinaus werden weitere Wuchsdepressionen, die vor allem durch die unter GÄRTEL in BOVEY ET AL. (1980) aufgeführten Virosen verursacht werden, im Sinne einer additiven Verstärkung der Symptome, im Zusammenhang mit den unter Punkt C4 aufgeführten Virosen, mit ihren Auswirkungen durch das unter Punkt A aufgeführte Grundbonitursystem berücksichtigt. Die gleiche Verfahrensweise erfolgt bei bakteriell verursachten Wuchsbeeinträchtigungen, wie zum Beispiel der Pierce's Disease (*Xylella fastidiosa*).

3.2 Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für Reblauspopulationen

Die Ergebnisse der im Jahr 1998 durchgeführten Untersuchungen zur Validierung des Reblausbonitursystems sind in den Tab. 32-1 und 32-2 sowie den Abb. 32-1 und 32-2 wiedergegeben.

Tab. 32-1: Ergebnisse der Auszählung zur Validierung des Bonitursystems (Min = Minimum; Max = Maximum; MW = Mittelwert) je Boniturklasse.

Bonitur- klasse	Anzahl					
	Alte Nodositäten			Neue Nodositäten		
	Min	Max	MW	Min	Max	MW
3	136	919	469	6	36	14
5	57	590	276	42	174	91
7	49	351	202	55	422	177
9	211	716	364	164	419	315
	Reblaus (alle Stadien)			Reblauseier		
	Min	Max	MW	Min	Max	MW
3	6	47	17	0	17	3
5	73	189	131	21	103	52
7	195	794	394	73	452	239
9	287	1.338	757	322	5.237	2.366

Tab. 32-2: Statistische Auswertung der Validierungszählungen unter Verwendung des nichtparametrischen Mann-Whitney U-Tests.

n.s. = nicht signifikant; * P ≤ 0,05; ** P ≤ 0,01; *** P ≤ 0,001; **** P ≤ 0,0001; FG =

Wurzelfrischgewicht; TG = Wurzeltrockengewicht;

n(Klasse 3) = 49; n(Klasse 5) = 14; n(Klasse 7) = 11; n(Klasse 9) = 6

Boniturklasse	3		5		7		3		5		7	
	Alte Nodositäten						Neue Nodositäten					
	FG	TG	FG	TG	FG	TG	FG	TG	FG	TG	FG	TG
5	**	**					****	****				
7	*	n.s.	n.s.	n.s.			****	****	****	****		
9	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	****	****	***	***	n.s.	n.s.
	Reblaus (alle Stadien)						Reblauseier					
	FG	TG	FG	TG	FG	TG	FG	TG	FG	TG	FG	TG
5	n.s.	****					****	****				
7	****	****	****	****			****	****	****	****		
9	****	****	***	***	n.s.	n.s.	****	****	***	***	**	**

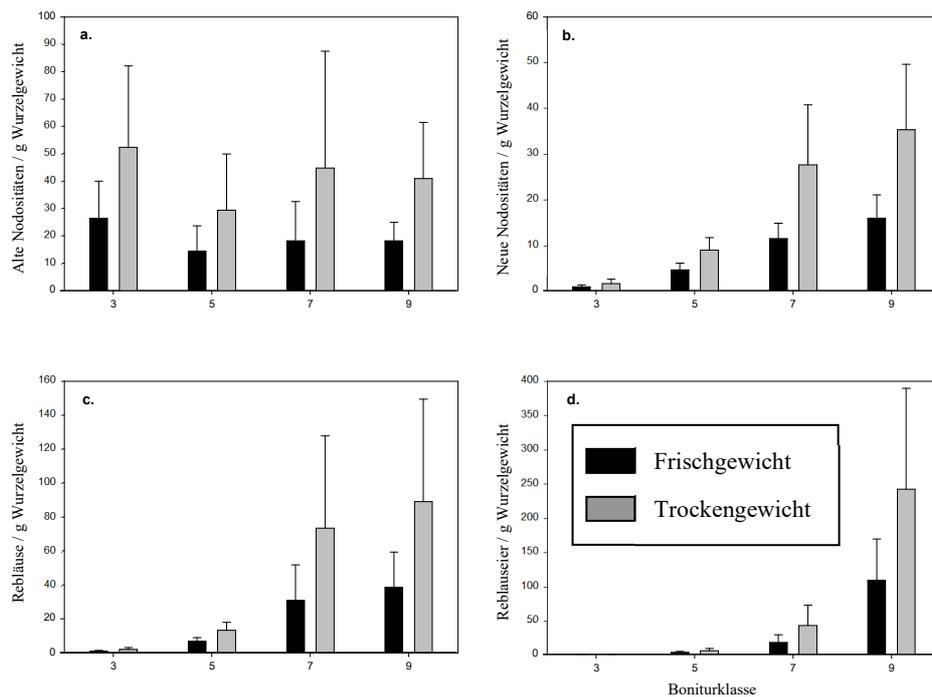


Abb. 32-1: Ergebnisse der Validierung des Bonitursystems. Alte (a.) und neue Nodositäten (b.), Rebläuse aller Stadien (c.) und Reblauseier (d.) je Gramm Wurzelfrisch- bzw. trockenmasse und Boniturklasse.

$n(\text{Klasse } 3) = 49$; $n(\text{Klasse } 5) = 14$; $n(\text{Klasse } 7) = 11$; $n(\text{Klasse } 9) = 6$.

Die Ergebnisse der Validierung sind in den Tab. 32-1 Tab. 32-2 sowie in Abb. 32-1 dargestellt. Bei den im Jahr 1998 durchgeführten Zählungen wurden insgesamt 31244 alte Nodositäten, 5801 neue Nodositäten, 11556 Rebläuse aller Stadien und 17680 Reblauseier ausgezählt. Tab. 31-1 verdeutlicht die erheblichen Unterschiede der Auszählungsergebnisse zwischen den einzelnen Boniturklassen. Diese Unterschiede spiegeln sich ebenfalls in den hohen Standardabweichungen der Abb. 32-1 wider. Die statistische Datenanalyse und die hohen Varianzen zwischen Minimum- und Maximumwerten (Tab. 32-1) zeigten, dass aufgrund der Anzahl der alten Nodositäten nicht zwischen den Klassen 3, 5, 7 und 9 unterschieden werden konnte. Im Rahmen dieses Bonitursystems werden alte Nodositäten ausschließlich für die Bewertung eines vergangenen Reblausbefalls herangezogen. Für die Unterscheidung der Befallsklassen wurden daher die Indikatoren eines aktuellen Reblausbefalls, wie z.B. die Anzahl neuer Nodositäten, herangezogen. Die statistische Analyse zeigt, dass die Klassen 3 und 5 aufgrund der Anzahl von neuen Nodositäten unterschieden werden konnten. Weiterhin war es möglich, die Klassen 3 und 5 von den Klassen 7 und 9 zu unterscheiden. Hinsichtlich der Anzahl an Nodositäten gab

es zwischen den Klassen 7 und 9 keine statistischen Unterscheidungs-möglichkeiten. Die hohen Befallsklassen 7 und 9 ließen sich aufgrund der Anzahl an Reblauseiern unterscheiden. Dabei zeigte die Befallsklasse 7 einen einfachen Besatz mit Reblauseiern je Nodosität, wohingegen die Nodositäten der Klasse 9 einen mehrfachen Besatz mit Reblauseiern aufwiesen.

Unter Verwendung der mit dem Bonitursystem gewonnenen Daten lassen sich für die zu untersuchenden Flächen zwei Parameter berechnen, die als Befallshäufigkeit (BH) bzw. Befallsstärke (BS) bezeichnet werden.

$$(1) \quad BH [\%] = (B / A) * 100$$

$$(2) \quad BS_K = \left(\sum_{K=3}^{K=9} A_K * K \right) / \left(\sum_{K=3}^{K=9} A_K \right)$$

(A = Anzahl der untersuchten Rebstöcke; A_K = Anzahl der befallenen Rebstöcke der jeweiligen Boniturklasse; B = Anzahl der befallenen Rebstöcke; K = Boniturklasse)

Die Befallshäufigkeit ist durch den Quotienten aus nicht befallenen und befallenen Rebstöcken definiert. Die Befallsstärke beruht auf der Gewichtung der aktuell befallenen Rebstöcke (Klassen 3 - 9) der einzelnen Boniturklassen bezogen auf die Gesamtzahl der untersuchten Rebstöcke.

Für die Berechnung der prozentualen Befallsstärke muss Gleichung 2 wie folgt modifiziert werden:

$$(3) \quad BS_{\%} = BS_K * 100 / 9$$

Abb. 32-2 zeigt die Beziehung zwischen Befallsintensität und Bodentemperatur. Im Monat August, dem Monat mit der höchsten durchschnittlichen Bodentemperatur (20,3 °C), wurde auch die höchste Befallsintensität von 64,4 % festgestellt. Bei geringeren Bodentemperaturen zeigten sich zeitnah geringere Befallsstärken. Diese beiden Parameter korrelieren sehr stark ($R^2 = 0,732$).

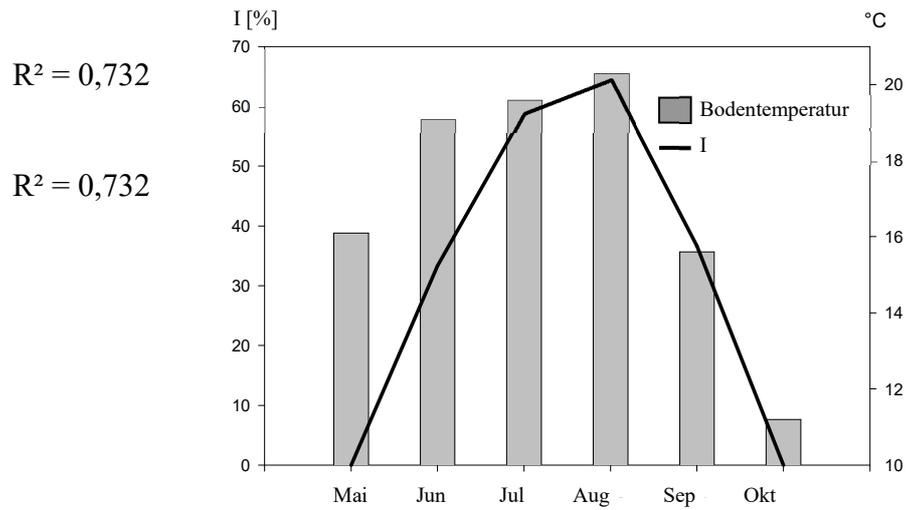


Abb. 32-2: Befallsintensität (I; %) und Bodentemperatur (° C; Tiefe 20 cm; DEUTSCHER WETTERDIENST 1998). R^2 = Regressionskoeffizient; $n(\text{BS}) = 20$.

3.3 Die Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in Ertragsanlagen

3.3.1 Die Versuchsfläche Geisenheim

3.3.1.1 Die Nährstoffversorgung

3.3.1.1.1 Bodennährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999

In Abb. 3311-1 sind die Ergebnisse der pH-Wertbestimmungen der Böden der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, in den Jahren 1998 und 1999, dargestellt. Mit Werten von 6,9 war der pH-Wert im Jahr 1998 auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' in der Bodentiefe bis 30 cm am geringsten. Nur 0,2 Einheiten mehr zeigte der Boden der Versuchsvariante 'Organisch' mit dem höchsten Wert an. In einer Tiefe von 30 bis 60 cm wiesen alle Versuchsvarianten nahezu identische pH-Werte auf. Nur der Wert der Versuchsvariante 'NPK' war mit 7,1 um 0,1 Einheit geringer. Auch in der untersten Bodenschicht waren die Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998, vergleichsweise gering. Unterhalb von 60 cm lag der pH-Wert auf der Versuchsvariante 'Kontrolle,' mit 7,4, um 0,2 Einheiten höher als auf den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch', welche die geringsten pH-Werte aufwiesen. Insgesamt waren im Jahr 1999 die Unterschiede zwischen den pH-Werten der Böden der Versuchsvarianten, in allen Bodentiefen etwas höher als im Vorjahr. Insbesondere in der obersten Bodenschicht unterschieden sich die Versuchsvarianten 'NPK', mit einem pH-Wert von 6,9 und die Versuchsvariante 'Organisch' mit einem pH-Wert von 7,5. Mit Ausnahme der Versuchsvariante 'NPK', bei welcher der pH-Wert von 1998 bis 1999 leicht absank, wiesen die anderen Versuchsvarianten in 1999 höhere pH-Werte auf. Die stärkste Erhöhung lag auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' mit 0,5 pH-Einheiten vor. In der Bodentiefe von 30 bis 60 cm blieben die pH-Werte zwischen den Jahren unverändert oder stiegen leicht an, wobei die Versuchsvariante 'NPK', mit 7,1, auch in dieser Bodentiefe den niedrigsten pH-Wert aufwies, die Versuchsvariante 'Organisch', mit 7,6, wiederum den Höchsten. Hinsichtlich der untersten Bodenschicht konnte auf allen Versuchsvarianten eine Erhöhung festgestellt werden. Im Jahr 1999 konnten hier auch die höchsten Werte aller Beprobungen und Bodentiefen gemessen werden. Dabei wiesen die Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'KSS' und 'Organisch' alle einen pH-Wert von 7,7 auf. Die Versuchsvariante 'NPK' zeigte dahingegen, wie in den beiden oberen Bodenschichten, mit pH 7,4 den geringsten Wert.

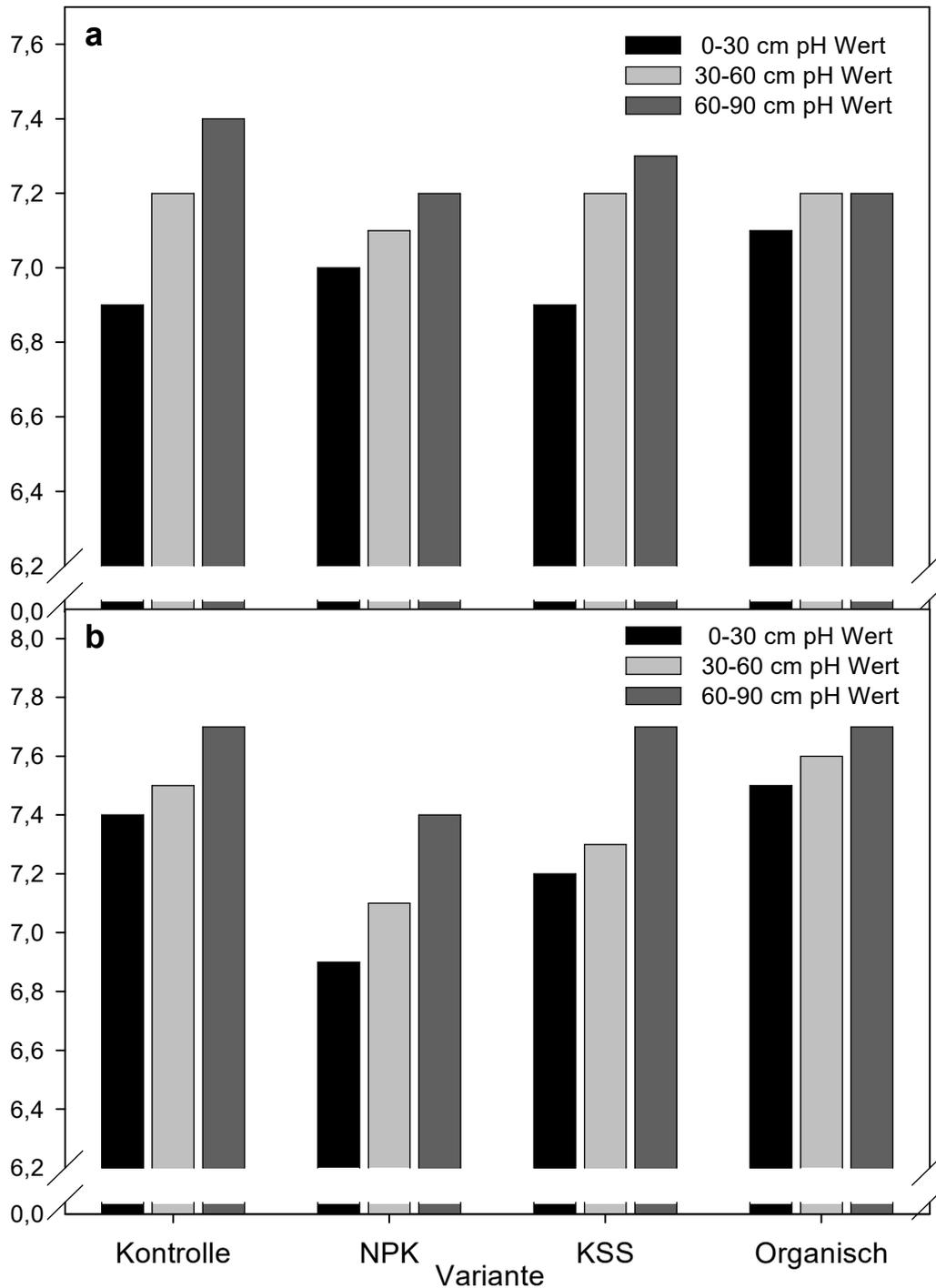
pH Wert
des Bodens

Abb. 3311-1: Boden-pH-Werte der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm.
a: 31.03.1998; b: 11.05.1999; Stichprobenzahl: 10

Humusgehalt
des Bodens
[%]

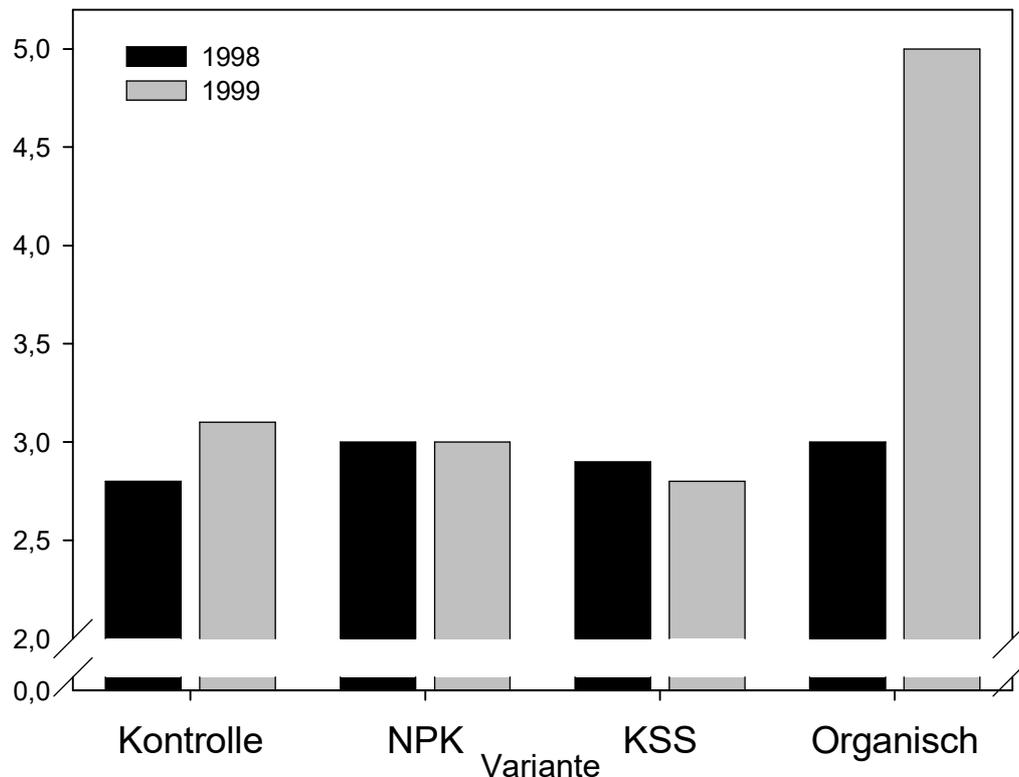


Abb. 3311-2: Humusgehalt des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in einer Tiefe von 1 - 30 cm [%].
Stichprobenzahl: 10

Die für die Böden der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, in den Jahren 1998 und 1999, ermittelten Humusgehalte sind in Abb. 3311-2 wiedergegeben. Wie aus der Abbildung ersichtlich, betrug der maximale Unterschied zwischen Versuchsvarianten im Jahr 1998 0,2 Prozentpunkte, wobei die höchsten Humusgehalte in den Böden der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' gemessen wurden, der geringste im Boden der Versuchsvariante 'Kontrolle'. Anders im Jahr 1999. Hier belief sich der maximale Unterschied auf 2,2 Prozentpunkte zwischen der Versuchsvariante 'KSS', mit 2,8 % und der Versuchsvariante 'Organisch', mit 5 %. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' wiesen mit 3,1 und 3,0 % annähernd identische Werte auf, auch im Vergleich mit der Versuchsvariante 'KSS'. Im Vergleich zum Jahr 1999 wurden auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' höhere Humusgehalte ermittelt als im Jahr 1998. Die Versuchsvariante 'NPK' zeigte keine Veränderung, der Humusgehalt der Versuchsvariante 'KSS' sank leicht ab.

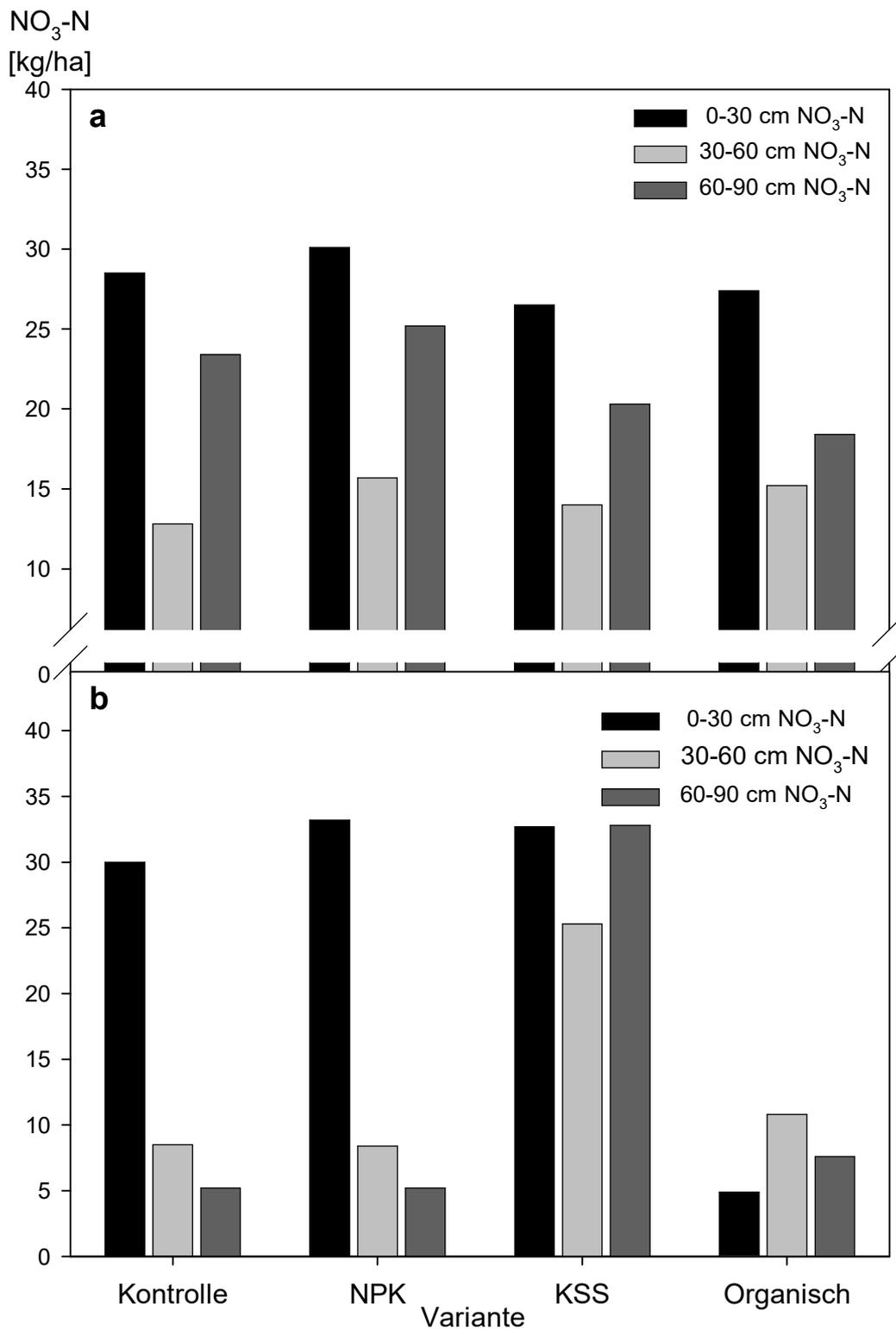


Abb. 3311-3: Stickstoffgehalt (NO₃-N) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [kg/ha].

a: 31.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Der Gehalt an Stickstoff in verschiedenen Bodentiefen der Böden der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, in den beiden Versuchsjahren 1998 und 1999, ist in Abb. 3311-3 wiedergegeben. Wie aus dieser Abbildung zu erkennen ist, waren die Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten, hinsichtlich des Stickstoffgehalts, innerhalb einzelner Bodentiefen, im Jahr 1998, vergleichsweise gering, verglichen mit dem zweiten Versuchsjahr. Im Jahr 1998 konnten in allen Bodentiefen die höchsten Stickstoffgehalte stets im Boden der Versuchsvariante 'NPK' ermittelt werden. In der obersten Bodenschicht belief sich der Unterschied im Vergleich zur Versuchsvariante 'KSS', welche mit 26,5 kg / ha den geringsten Wert aufwies, auf 12 %. In einer Bodentiefe von 30 bis 60 cm wurde der geringste Stickstoffgehalt, mit 12,8 kg / ha, auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' gemessen, welche sich somit um circa 19 % von der Versuchsvariante 'NPK' unterschied. In der untersten Bodenschicht belief sich der maximale Unterschied auf 27 %, wobei die Versuchsvariante 'Organisch', mit 18,4 kg / ha, den geringsten Stickstoffgehalt aufwies. Anders im Jahr 1999. Die maximale Differenz zwischen zwei Versuchsvarianten betrug in diesem zweiten Versuchsjahr 85 %, entsprechend 28,3 kg Nitratstickstoff je Hektar. Diese Differenz wurde zwischen den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch', in einer Bodentiefe bis 30 cm, ermittelt. Hierbei unterschieden sich die Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' aber lediglich um maximal 8 %. Mit nur 4,9 kg / ha wies die Versuchsvariante 'Organisch' den eindeutig geringsten Wert auf. Nur auf dieser Versuchsvariante konnte in der obersten Bodenschicht auch eine Abnahme des Stickstoffgehalts, von 1998 bis 1999, festgestellt werden. Die Stickstoffgehalte in den Böden der anderen Versuchsvarianten stiegen in dieser Bodentiefe an. Auch in der Bodentiefe von 30 bis 60 cm sank der Stickstoffgehalt auf dieser Versuchsvariante von 1998 bis 1999. Dies war aber auch bei den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' der Fall. Der Unterschied zwischen diesen Versuchsvarianten belief sich dabei auf maximal 22 %. Um 67 % unterschieden sich hingegen die Stickstoffgehalte in den Böden der Versuchsvarianten 'NPK', mit 8,4 kg NO₃-N / ha und 'KSS', mit 25,3 kg NO₃-N / ha. Die Versuchsvariante 'KSS' war somit die einzige der Versuchsfläche Geisenheim, bei der der Stickstoffgehalt in einer Tiefe von 30 bis 60 cm im Versuchsverlauf anstieg. Dies war auch in der untersten Bodenschicht der Fall. Während sich auch hier die Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'Organisch' um maximal 32 % unterschieden, belief sich die Differenz zur Versuchsvariante 'KSS' auf 84 %, bezogen auf die Versuchsvarianten mit den geringsten Stickstoffgehalten von 5,2 kg / ha 'Kontrolle' und 'NPK'.

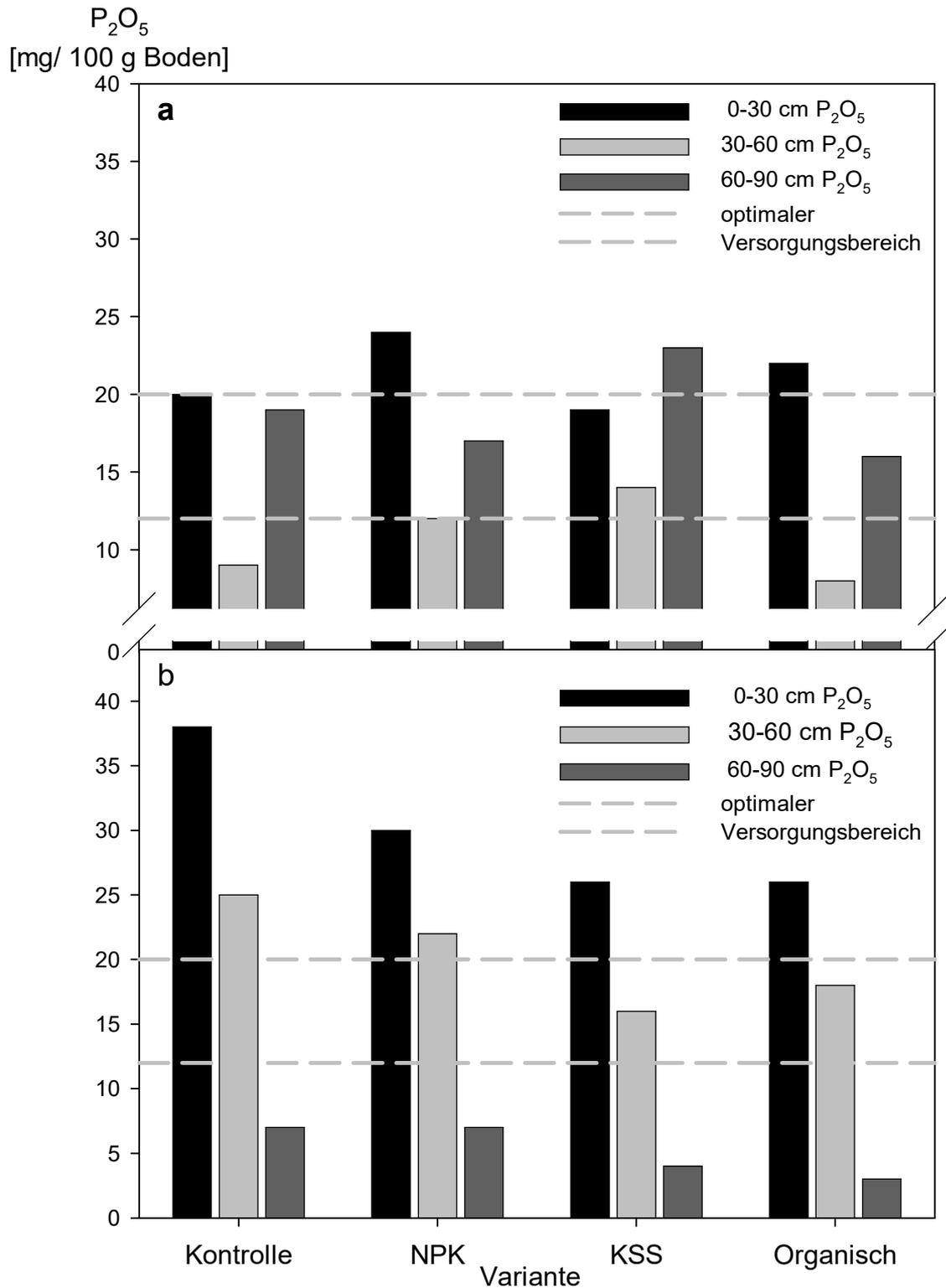


Abb. 3311-4: Phosphatgehalt (P_2O_5) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].

a: 31.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Die in Abb. 3311-4 wiedergegebenen Phosphatgehalte stammen aus den in den Jahren 1998 und 1999, von den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, entnommenen Bodenproben, in Tiefen von 0 - 30, 30 - 60 und 60 - 90 cm. Aus der Abbildung ist ebenfalls der Bereich optimaler Phosphorversorgung (gestrichelte Linie) ersichtlich. Hinsichtlich der obersten Bodenschicht von 0 bis 30 cm, bestand demnach auf keiner Versuchsvariante eine Unterversorgung mit Phosphat. Die Versuchsvarianten unterschieden sich um maximal 21 %, wobei die Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' Werte leicht über dem optimalen Versorgungsbereich aufwiesen. Dahingegen lagen die Phosphatgehalte in einer Bodentiefe von 30 bis 60 cm, im Jahr 1998, deutlich niedriger. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' wiesen in dieser Bodenschicht Phosphatgehalte unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs auf, wobei die letztgenannte Versuchsvariante einen um 36 % geringeren Wert aufwies als die Versuchsvariante 'KSS', welche in dieser Bodenschicht, mit 14 mg /100 g Boden, den höchsten Phosphatgehalt aufzeigte. In der Bodenschicht von 60 bis 90 cm Tiefe wurden wiederum deutlich höhere Phosphatgehalte gemessen, wobei keine Unterversorgung festgestellt wurde. Neben optimaler Versorgung auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'Organisch', lag die Phosphatversorgung auf der Versuchsvariante 'KSS' etwas über dem Optimalbereich. Im Jahr 1999 stiegen die Phosphatgehalte in den untersuchten oberen beiden Bodenschichten auf allen Versuchsvarianten an, wobei in einer Bodentiefe bis 30 cm auf allen Versuchsvarianten Werte oberhalb des optimalen Versorgungsbereichs gemessen wurden. Der maximale Versuchsvariantenunterschied bestand dabei zwischen der Versuchsvariante Kontrolle, welche mit 38 mg / 100 g Boden einen um 32 % höheren Wert aufwies als die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch'. Auch in der Bodentiefe von 30 bis 60 cm wies der Boden, der Versuchsvariante 'Kontrolle', den höchsten Phosphatgehalt auf (25 mg / 100 g Boden), welcher damit oberhalb des optimalen Versorgungsbereichs lag. Auch der Phosphatgehalt der Versuchsvariante 'NPK' lag etwas über der Optimalversorgung, während die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' sich im Optimalbereich befanden. Während die Phosphatgehalte, in den Bodentiefen bis 60 cm, auf allen Versuchsvarianten in den Versuchsjahren anstiegen, sanken sie in der Bodenschicht, von 60 bis 90 cm, in allen Fällen ab und lagen auf allen Versuchsvarianten deutlich unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs. Gleichwohl beliefen sich die maximalen Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten immer noch auf 57 %, wobei die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK', mit 7 mg / 100 g Boden, den Höchstwert aufwiesen, während auf der

Versuchsvariante 'Organisch' mit 3 mg / 100 g Boden der geringste Phosphatgehalt gemessen wurde.

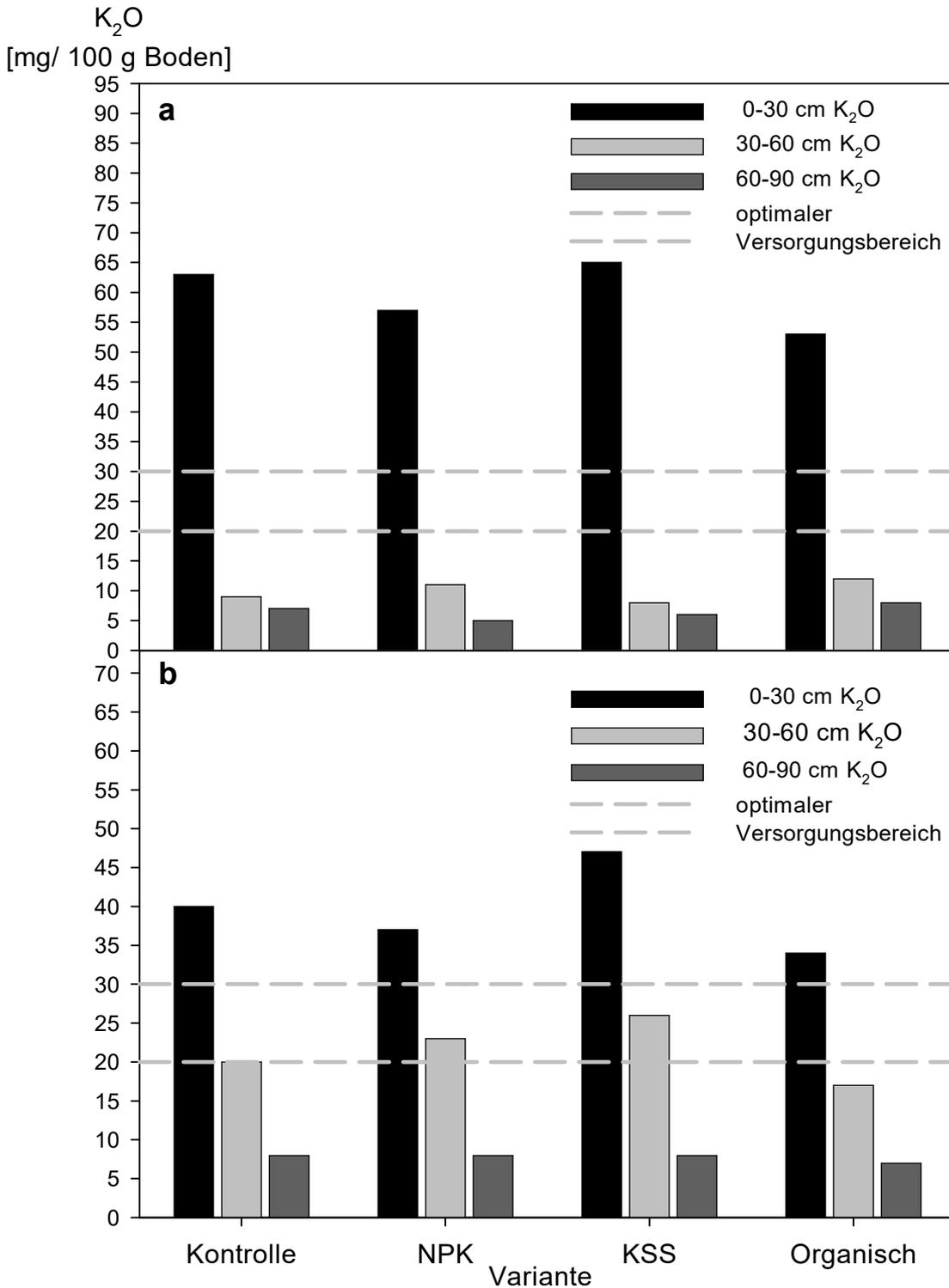


Abb. 3311-5: Kaliumgehalt (K₂O) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].

a: 31.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Die in den Jahren 1998 und 1999 in den Böden der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim gemessenen Kaliumgehalte sind Gegenstand der Abb. 3311-5. Im ersten Versuchsjahr lagen die Kaliumgehalte bei allen Versuchsvarianten in der obersten Bodenschicht dabei deutlich oberhalb des optimalen Versorgungsbereichs, wobei sich die Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten auf maximal 18 % beliefen. Dahingegen waren die Kaliumgehalte der Böden in den unteren beiden Bodenschichten deutlich geringer als der optimale Versorgungsbereich. Die geringsten Werte wiesen dabei die Versuchsvariante 'KSS' (30 - 60 cm Bodentiefe) und die Versuchsvariante 'NPK' (60 - 90 cm Bodentiefe) auf. Die höchsten Werte in beiden Bodenschichten wurden auf der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen. Die für diese Versuchsvariante ermittelten Gehalte lagen mit 12 mg / 100 g Boden und 8 mg / 100 g Boden, 33 % und 38 % höher als auf den Vergleichsversuchsvarianten. Im Jahr 1999 waren in der obersten Bodenschicht die Kaliumgehalte auf allen Versuchsvarianten geringer als im Vorjahr, lagen aber immer noch oberhalb des Optimalbereichs. Wie schon im Vorjahr war der Gehalt an Kalium dabei im Boden der Versuchsvariante 'Organisch' am geringsten, auf der Versuchsvariante 'KSS' am höchsten, wobei die Differenz zwischen diesen beiden Versuchsvarianten 38 % betrug. Die Kaliumgehalte in der Bodentiefe von 30 bis 60 cm, waren dahingegen im zweiten Versuchsjahr deutlich höher und befanden sich auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' innerhalb des optimalen Versorgungsbereichs. Der Kaliumgehalt der Versuchsvariante 'Organisch' lag mit 17 mg / 100 g Boden leicht unterhalb der Optimalversorgungsgrenze und wies einen Unterschied von 35 % zur Versuchsvariante 'KSS' mit dem höchsten Gehalt auf. Mit nur 13 % war der Unterschied zwischen den Versuchsvarianten in der untersten Bodenschicht, im Jahr 1999, relativ gering. Mit 8 mg / 100 g Boden in den Böden der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' und 7 mg / 100 g Boden im Boden der Versuchsvariante 'Organisch', befanden sich in dieser Bodenschicht alle Kaliumgehalte weit unter dem optimalen Versorgungsbereich. Insgesamt konnte auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' aber ein Anstieg in dieser Bodenschicht verzeichnet werden.

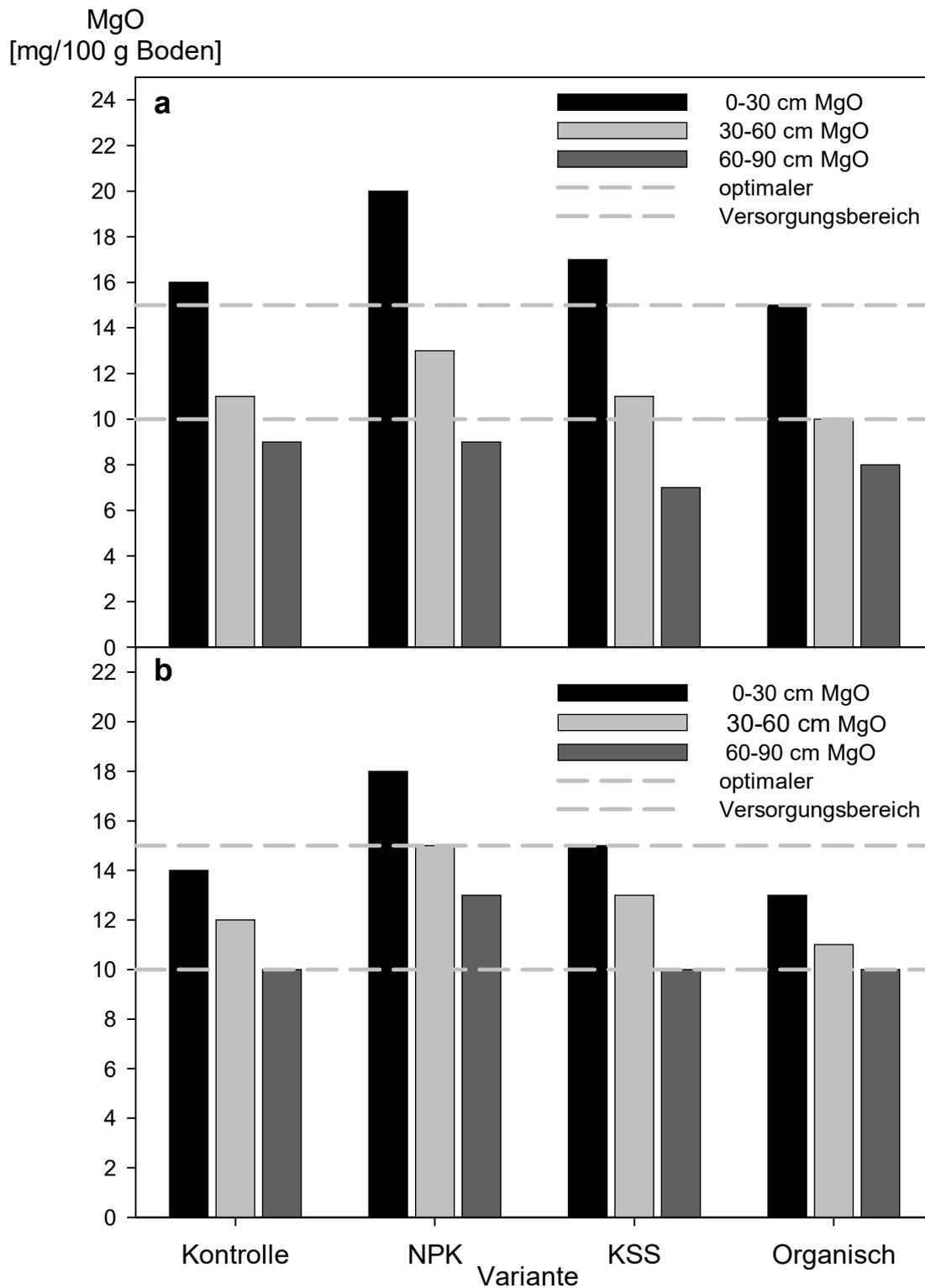


Abb. 3311-6: Magnesiumgehalt (MgO) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].

a: 51.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Die 1998 und 1999 in den Böden der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim gemessenen Magnesiumgehalte sind, aufgeteilt in Bodenschichten, in der Abb. 3311-6 aufgetragen. Dabei lagen die Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten in beiden Jahren und in allen Bodentiefen bei maximal 28 %. In beiden Jahren und in allen Bodentiefen zeigten sich die höchsten Magnesiumgehalte dabei stets auf der Versuchsvariante 'NPK'. Im Jahr 1998 konnten in den oberen beiden Bodenschichten die Gehalte an Magnesium innerhalb oder leicht oberhalb des optimalen Versorgungsbereichs; nur in der Bodenschicht von 60 bis 90 cm lagen die Werte unterhalb dieses Bereichs. Im Jahr 1999 konnten dahingegen Magnesiumgehalte innerhalb des optimalen Versorgungsbereichs gemessen werden. Eine Ausnahme stellte die obere Bodenschicht der Versuchsvariante 'NPK' dar, deren Magnesiumgehalt leicht erhöht war.

3.3.1.1.2 Blattnährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999

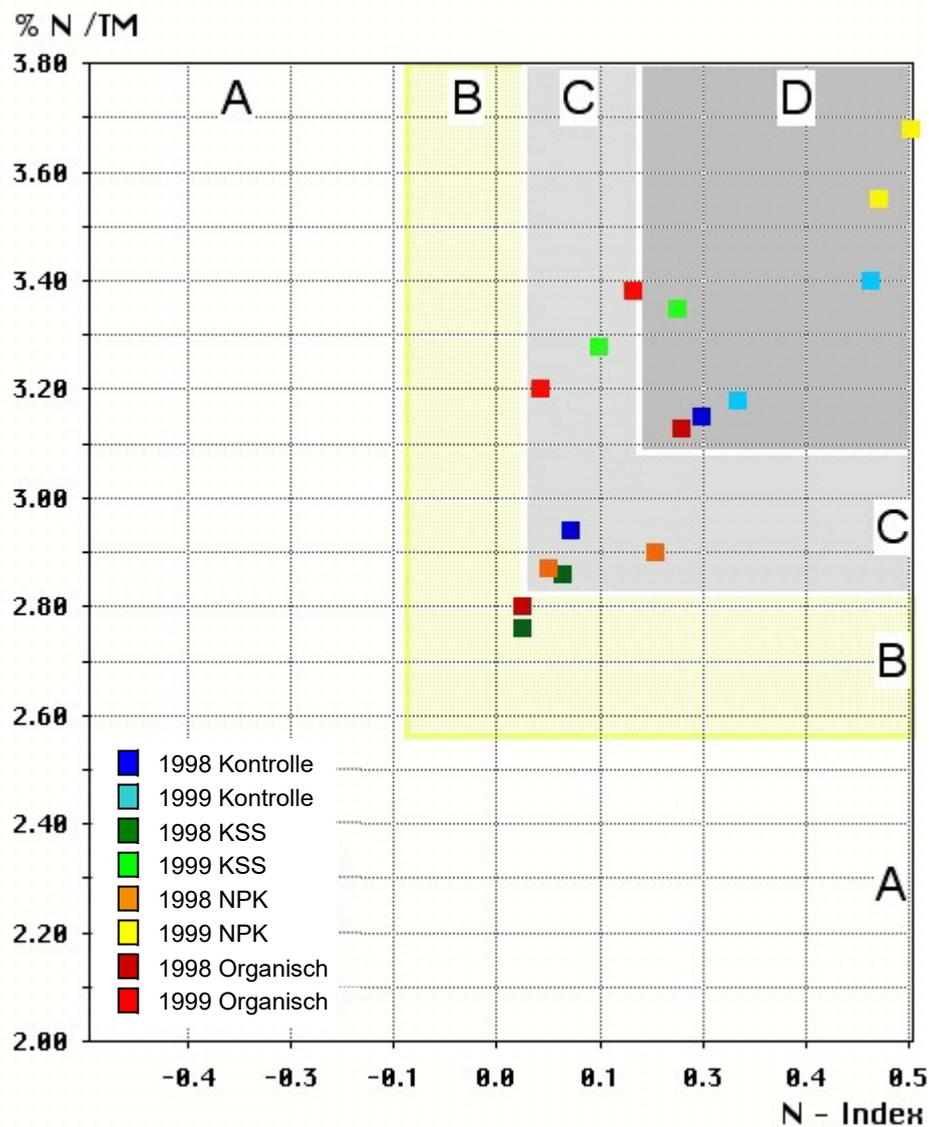


Abb. 3311-7: Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

Abb. 3311-7 zeigt die Ergebnisse der Stickstoffbestimmungen zum Zeitpunkt der Blüte bei Reben der Versuchsfläche Geisenheim, in den Jahren 1998 und 1999. Wie ersichtlich ähnelten sich die Stickstoffgehalte der Blätter der Reben auf den Versuchsvarianten im Jahr 1998. Im Mittel lagen sie alle nahe des optimalen Versorgungsbereiches, wobei zwischen den jeweils zwei Messreihen der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' Unterschiede von bis zu 0,35 Prozentpunkten und 0,25 Indexpunkten vorlagen. Im Vergleich dazu wiesen die Messwerte im Jahr 1999 zwischen den Versuchsvarianten größere

Unterschiede auf. Die stärkste Erhöhung des Stickstoffgehalts konnte dabei auf der Versuchsvariante 'NPK' festgestellt werden. Der Stickstoffgehalt in den Blättern der Reben auf dieser Versuchsvariante stieg um nahezu 0,7 Prozentpunkte an, der N-Indexwert stieg um 0,4. Somit lag im Jahr 1999 auf dieser Versuchsvariante eine Luxusversorgung vor. Auch die Stickstoffversorgung der Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' stieg im Jahr 1999 in den Luxusbereich, die Versuchsvariante 'KSS' zeigte eine ähnliche Tendenz. Zwar verbesserte sich auch die Stickstoffversorgung auf der Versuchsvariante 'Organisch', allerdings änderte sich am Versorgungsbereich im Vergleich zum Vorjahr nichts. Hinsichtlich des N-Index waren die mittleren Werte für diese Versuchsvariante zwischen

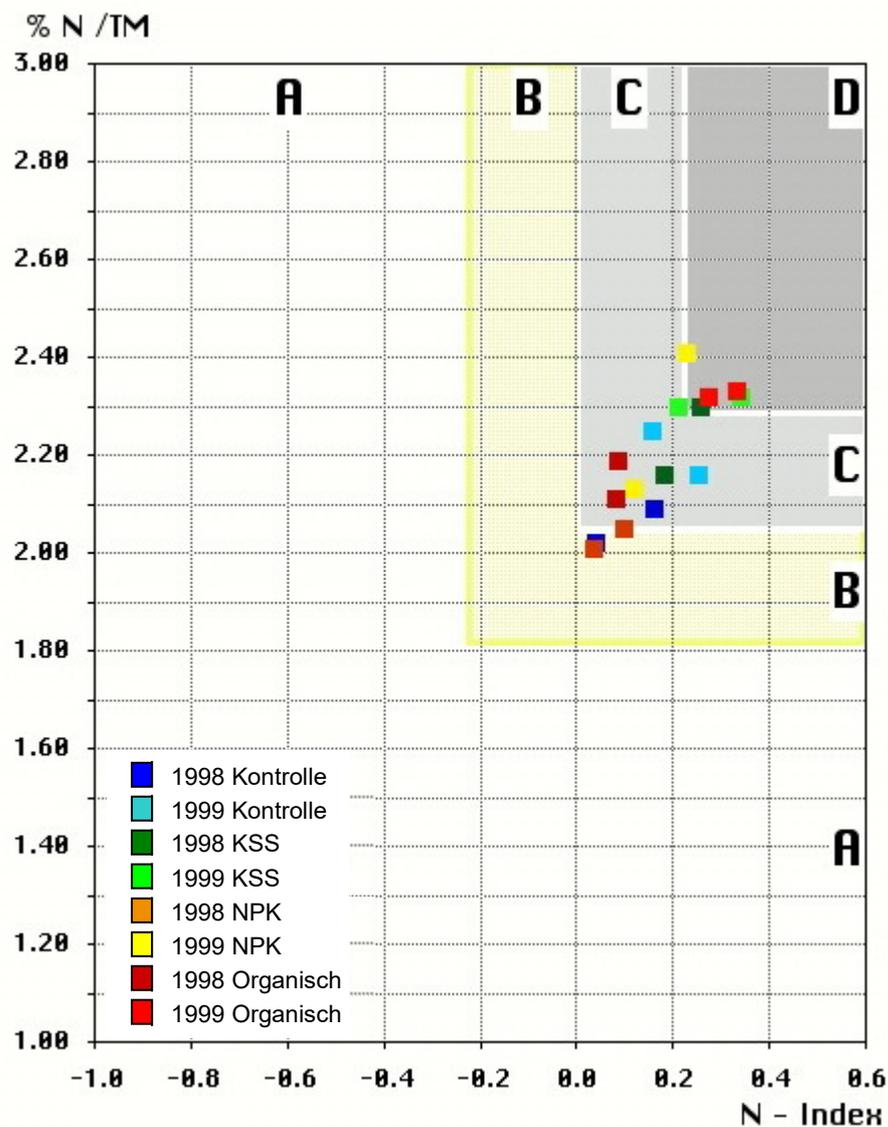


Abb. 3311-8: Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM]. Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

den Jahren, zum Zeitpunkt der Blüte, nahezu identisch. Nur der prozentuale Stickstoffgehalt stieg um circa 0,3 Prozentpunkte.

Die Stickstoffgehalte der Rebblätter auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, in den Jahren 1998 und 1999, sind in Abb. 3311-8 dargestellt. Es fällt auf, dass die Stickstoffgehalte aller Versuchsvarianten zu diesem Zeitpunkt in der Vegetationsperiode in beiden Jahren sehr ähnlich waren. Im Vergleich der Versuchsjahre konnte dabei auf allen Versuchsvarianten eine leichte Erhöhung sowohl der prozentualen Stickstoffgehalte als auch der N-Indexwerte festgestellt werden. Mit Ausnahme der Versuchsvariante 'NPK' befand sich die Stickstoffversorgung der Reben im Jahr 1998 bei allen Versuchsvarianten im Optimalbereich. Die Messergebnisse auf der Versuchsvariante 'NPK' ergaben Werte im Bereich des latenten Mangels bzw. Messergebnisse im Grenzbereich

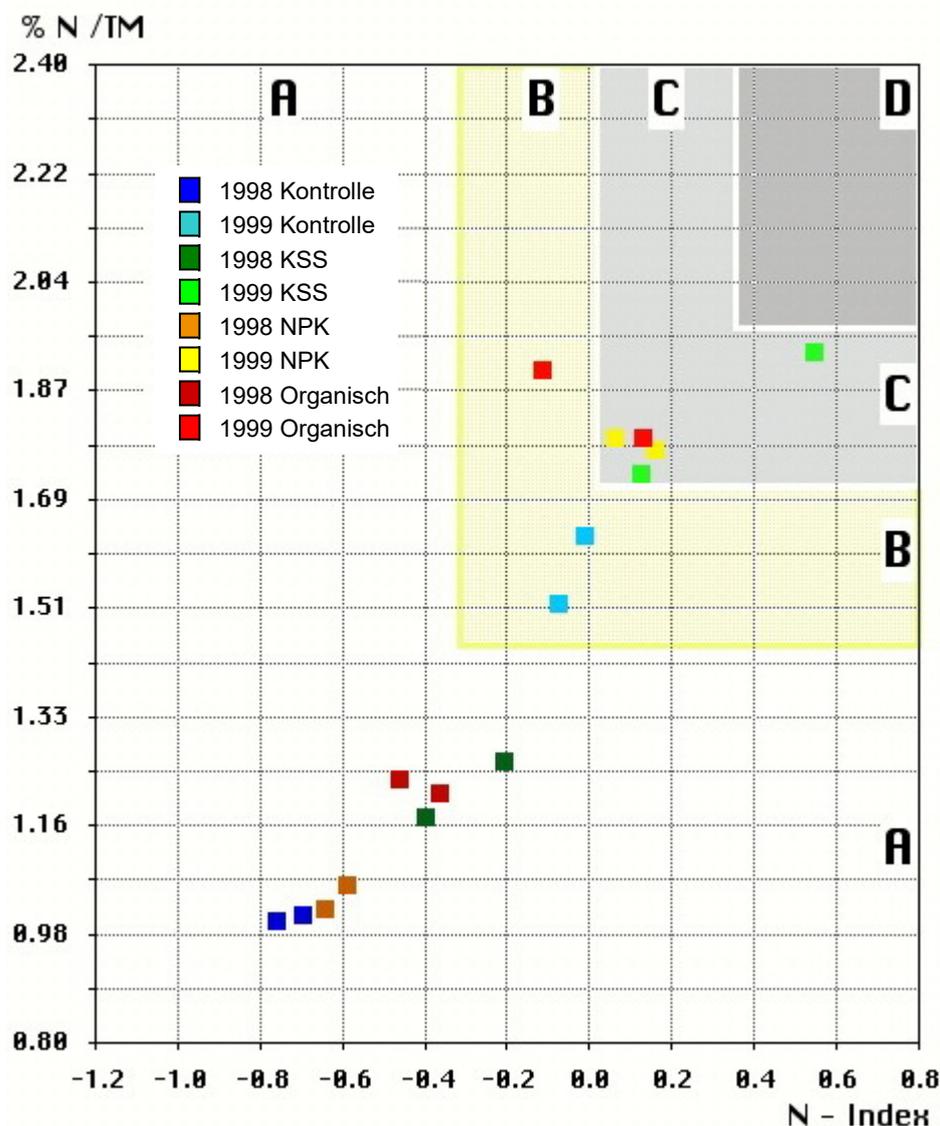


Abb. 3311-9: Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

von latentem Mangel und Optimalversorgung. Im Jahr 1999 zeigte diese Versuchsvariante wie auch die Versuchsvariante 'Kontrolle' Messwerte im optimalen Versorgungsbereich. Auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' befand sich die Versorgung der Reben mit Stickstoff sogar im Bereich des Luxuskonsums.

Der zum Lesezeitpunkt in den Jahren 1998 und 1999 ermittelte Versorgungsstand mit Stickstoff bei Reben der Versuchsfläche Geisenheim ist der Abb. 3311-9 zu entnehmen. Wie aus der Abbildung zu entnehmen unterschieden sich die Stickstoffgehalte zwischen den Jahren 1998 und 1999 bei den Reben aller Versuchsvarianten erheblich. So wurden im Jahr 1998 auf allen Versuchsvarianten prozentuale Stickstoffgehalte und N-Indices ermittelt, welche auf eine akute Unterversorgung mit diesem Nährstoff schließen ließen. Dabei zeigten die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' geringere Werte als die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch'. Insgesamt wiesen die parallelen Messreihen auf den einzelnen Versuchsvarianten nur geringe Abweichungen auf. Die Stickstoffversorgung der Reben war auf allen Versuchsvarianten im Folgejahr besser. Auch auf der betriebsüblich bewirtschafteten Versuchsvariante 'Kontrolle' war im Versuchsjahr 1999 der Stickstoffgehalt in den Blättern der Reben höher als im Jahr 1998 (0,4 Prozentpunkte), doch befanden sich die Reben dieser Versuchsvariante immer noch in einem latenten Mangel. Die Reben der Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' wiesen Stickstoffgehalte im optimalen Versorgungsbereich auf.

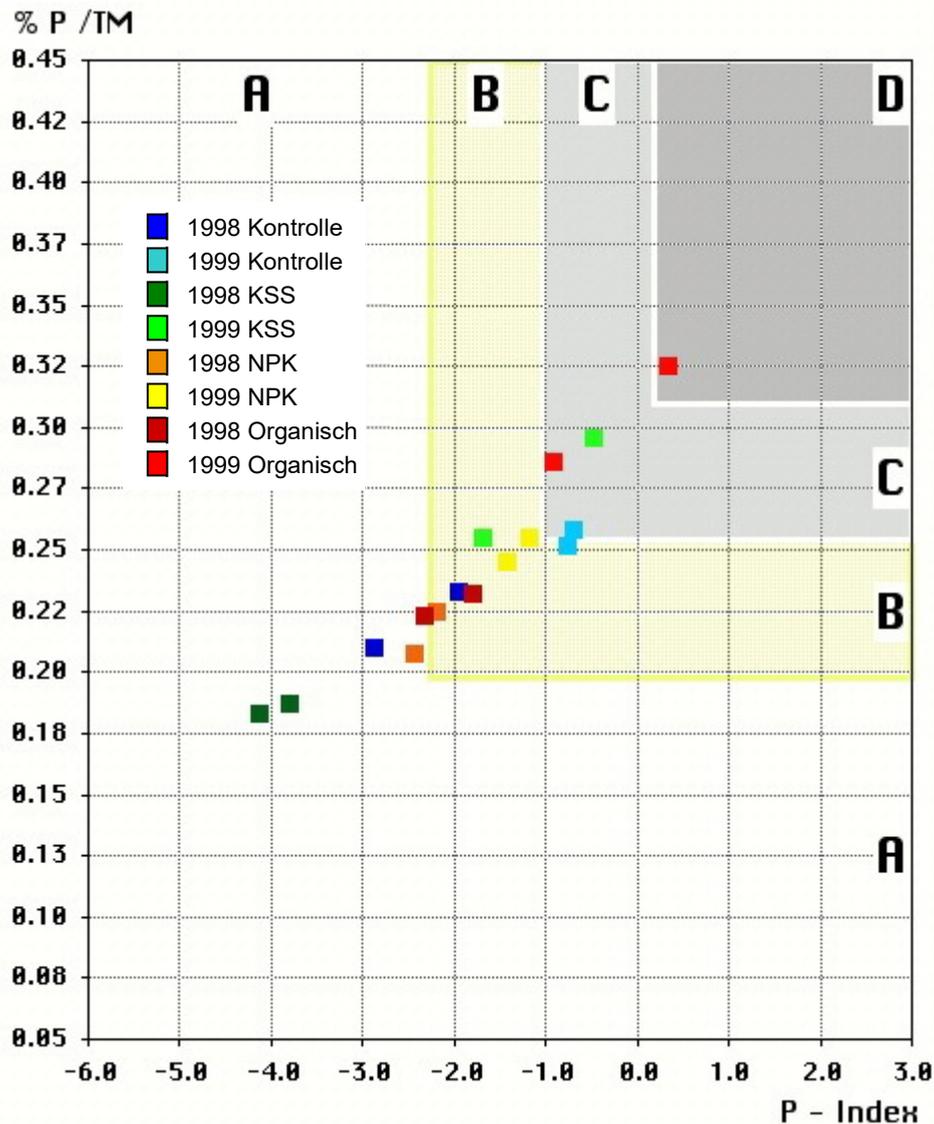


Abb. 3311-10: Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].
 Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel;
 C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
 Mittelwerte; n = 2

Die Phosphatgehalte der Rebblätter auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim zum Zeitpunkt der Rebblüte, in den Jahren 1998 und 1999, sind der Abb. 3311-10 zu entnehmen. In allen Fällen waren die Phosphatgehalte im Jahr 1998 geringer als im Jahr 1999. Während im Jahr 1998 die Phosphorgehalte in den Rebblättern der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'Organisch' relativ ähnliche Werte aufwiesen, welche im Grenzbereich von akuter und latenter Unterversorgung lagen, war der Phosphatgehalt der Rebblätter der Versuchsvariante 'KSS', im Bereich akuter Unterversorgung, etwas geringer sowohl hinsichtlich des prozentualen Phosphatgehalts als auch hinsichtlich des P-

Indexes. Im Jahr 1999 lag der Phosphatgehalt auf der Versuchsvariante 'NPK' im Bereich eines latenten Mangels, die Gehalte der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Kontrolle' an der Grenze zwischen latenter Unterversorgung und optimaler Versorgung und der Phosphorgehalt der Versuchsvariante 'Organisch' im optimalen Versorgungsbereich. Die Ergebnisse der beiden Messparallelen der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' wichen dabei stärker voneinander ab als die auf den Versuchsvarianten 'NPK' oder 'Kontrolle'.

Die Messergebnisse der Phosphatgehaltbestimmungen in Blättern von Reben der Versuchsfläche Geisenheim, zum Zeitpunkt der Veraison in den Versuchsjahren 1998 und

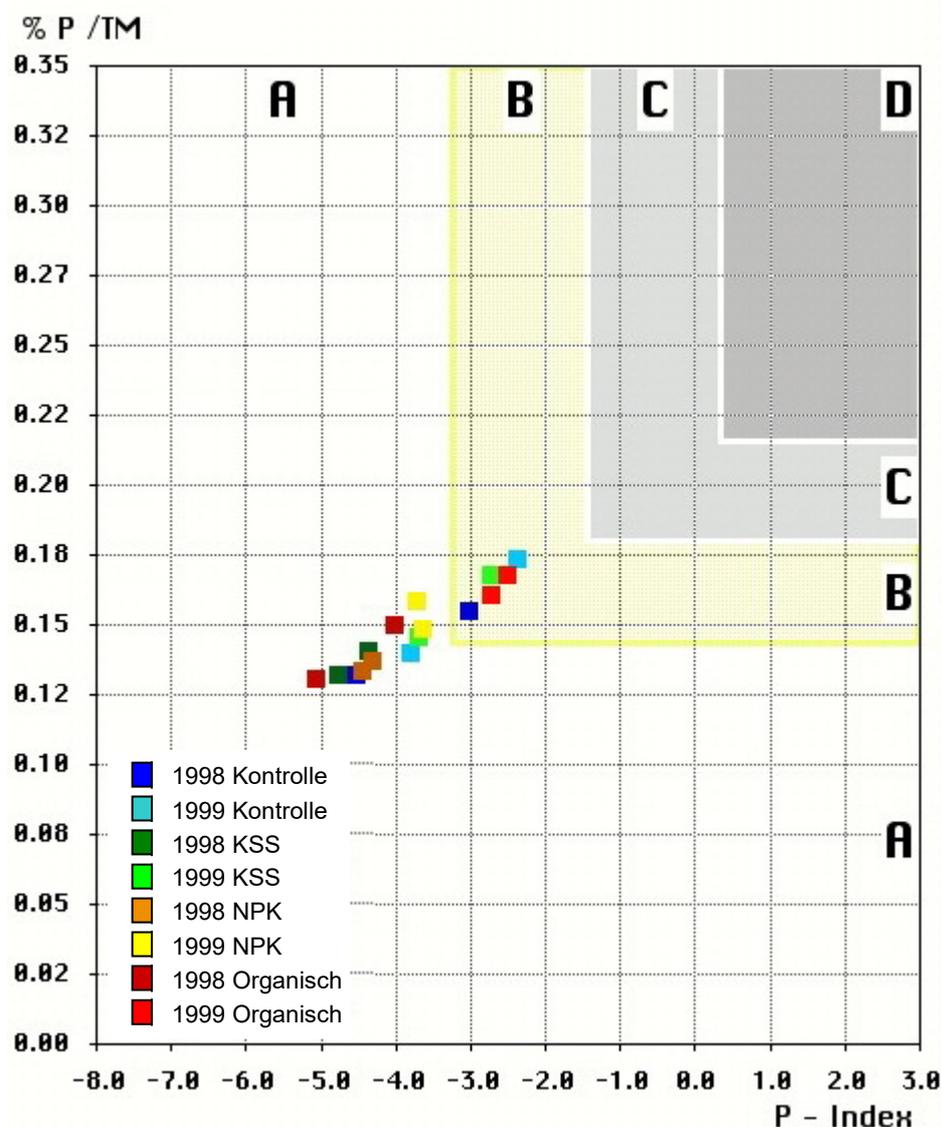


Abb. 3311-11: Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

1999, ist in Abb. 3311-11 dargestellt. Im Jahr 1998 wiesen die vier Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim ähnliche Phosphatgehalte bzw. P-Indexwerte auf. Bei den Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' konnten dabei zwischen den parallelen Messreihen je Versuchsvariante kaum Unterschiede zwischen den Mittelwerten festgestellt werden. Bei den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' waren die Differenzen vergleichsweise höher. Insgesamt befanden sich die Reben aller Versuchsvarianten aber in einem Zustand akuten Mangels hinsichtlich der Versorgung mit Phosphor. Im Jahr 1999 wurden auf allen Versuchsvarianten zur Veraison höhere Phosphatgehalte in den Blättern gemessen als im Jahr 1998. Die Reben der Versuchsvariante 'NPK' zeigten trotzdem eine akute Mangelversorgung mit diesem Nährstoff. Die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' zeigten jeweils in einer Messreihe einen akuten Mangel, in der zweiten einen latenten Mangel an Phosphor an. Im Mittel lagen die Reben dieser beiden Versuchsvarianten in etwa an der Grenze von akutem zu latentem Mangel. Nur geringe Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Messreihen zeigten sich im Jahr 1999 auf der Versuchsvariante 'Organisch'. Beide Ergebnisse zeigen an, dass die Reben dieser Versuchsvarianten sich 1999 nun mehr in einem latenten Phosphatmangel befanden.

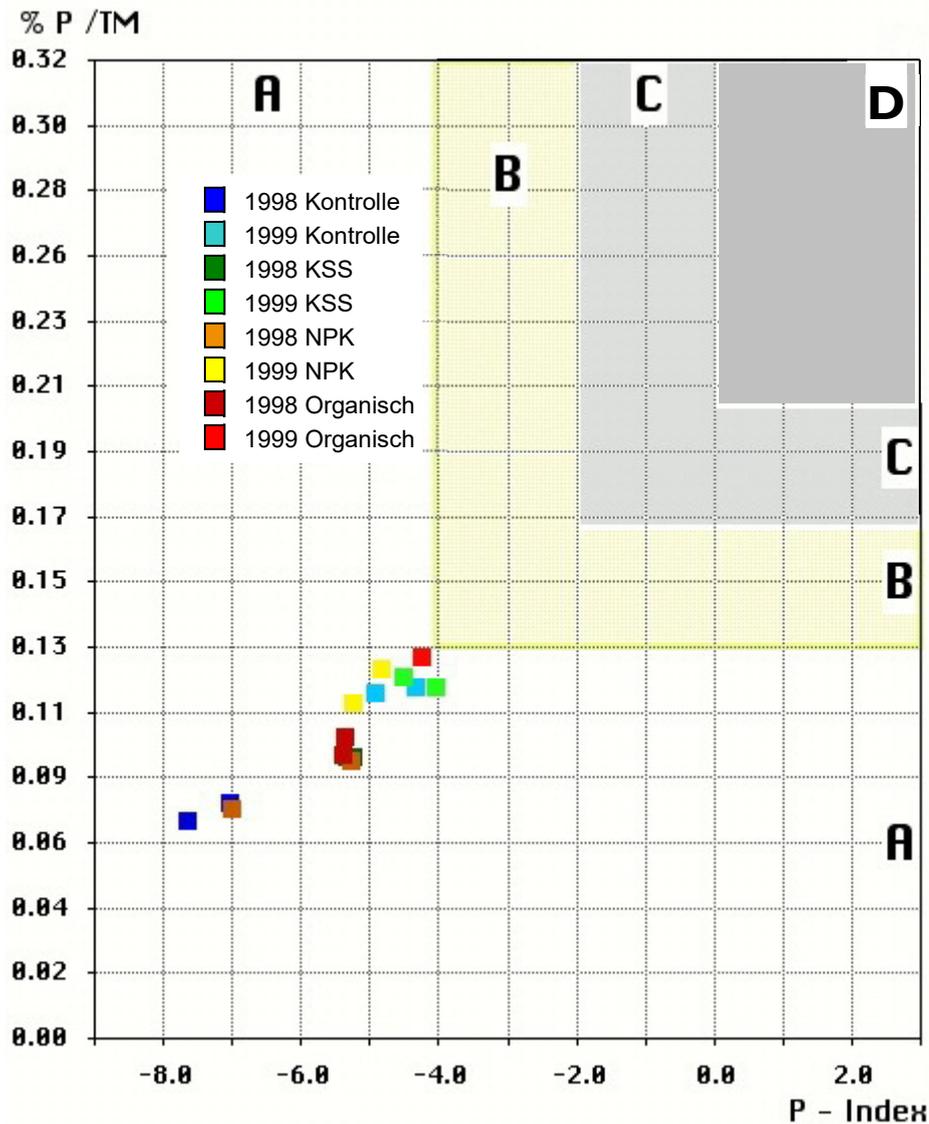


Abb. 3311-12: Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltssklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Messpunkt Organisch 1999 Messreihe 1 liegt außerhalb des Grafikbereichs (Blattwert = 0,32; Index = 3,02.

Mittelwerte; n = 2

Phosphatgehalte in den Blättern der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim zu dem Lesezeitpunkt, in den Jahren 1998 und 1999, sind in Abb. 3311-12 wiedergegeben. Es ist zu beachten, dass ein Messwert außerhalb des Darstellungsbereichs der Abbildung liegt. Eine der Messparallelen der Versuchsvariante 'Organisch' wies im Jahr 1999 einen prozentualen Phosphatgehalt von 0,32 und einen P-Indexwert von 3,02 auf. Mit Ausnahme dieses Phosphatgehalts bei Reben der Versuchsvariante 'Organisch', welcher auf eine Luxusversorgung der Reben auf dieser Versuchsvariante mit Phosphat

hinweist, lagen die Messwerte aller Versuchsvarianten in beiden Jahren im Bereich akuter Mangelversorgung. Die geringsten Werte zeigten dabei die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' im Jahr 1998. Insgesamt konnte bei den Reben aller Versuchsvarianten im Jahr 1999 ein höherer Phosphatgehalt in den Blättern festgestellt werden. Trotzdem wiesen alle Reben eine akute Mangelversorgung auf. Somit ist für diese Versuchsvariante als einzige im Mittel eine optimale Versorgung mit Phosphat im Jahr 1999 anzunehmen.

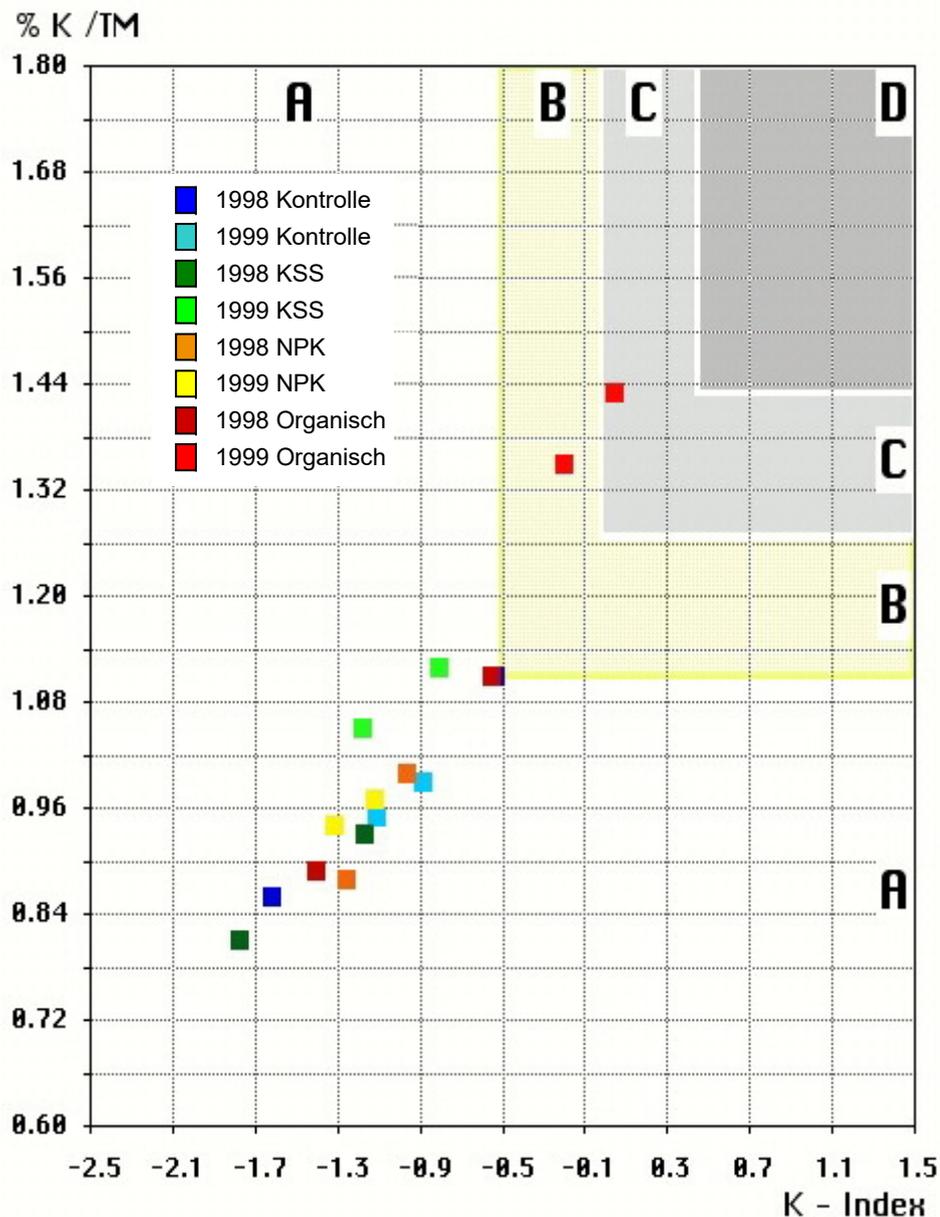


Abb. 3311-13: Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

Abb. 3311-13 zeigt die Ergebnisse der Bestimmungen des Kaliumgehalts der Blätter der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, in den Jahren 1998 und 1999, zum Zeitpunkt der Rebblüte. Es zeigt sich, dass sich die Reben aller Versuchsvarianten im Jahr 1998 in einem akuten Mangel an Kalium befanden, wobei vor allem zwischen den beiden Messreihen der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' erhebliche Unterschiede bestanden. Den im Mittel geringsten Kaliumgehalt zeigten im Jahr 1998 die Blätter der Reben der Versuchsvariante 'KSS', die höchsten Kaliumgehalte konnten bei Rebblättern der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' festgestellt werden. Auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' bestanden hinsichtlich des Kaliumgehalts der Rebblätter, zum Zeitpunkt der Blüte, kaum Unterschiede zwischen den Jahren 1998 und 1999. Der Kaliumgehalt der Reben auf der Versuchsvariante 'KSS' war im Jahr 1999 etwas höher als im Vorjahr. Die Blätter der Reben dieser drei Versuchsvarianten, 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' wiesen dabei sowohl in 1998 als auch in 1999 stets einen akuten Mangel an Kalium auf. Während auch die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' in 1998 einen akuten Kaliummangel zeigten, stieg der Kaliumgehalt in den Blättern der Reben dieser Versuchsvarianten im Jahr 1999 deutlich an. Die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' befanden sich im Jahr 1999 daher in einem Bereich latenten Kaliummangels, mit einer Tendenz in Richtung einer Optimalversorgung.

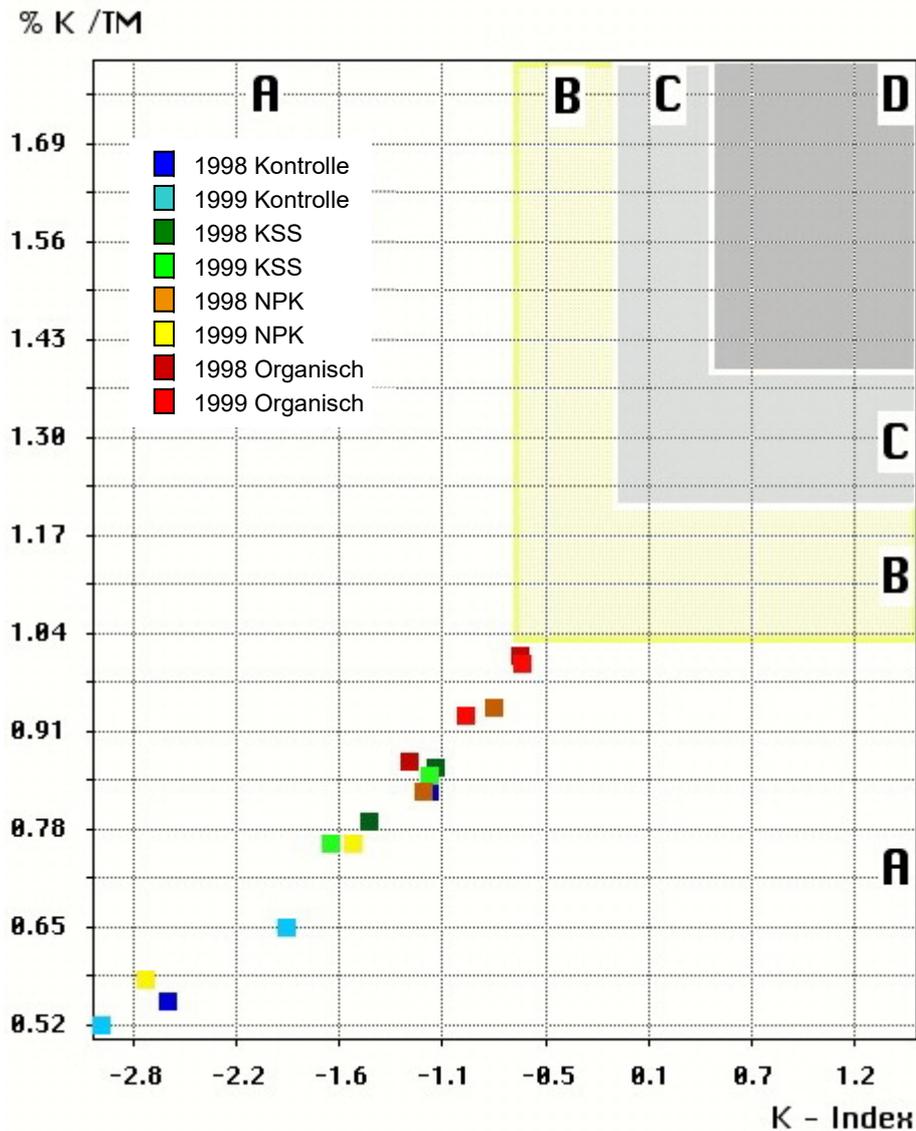


Abb. 3311-14: Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

Die zum Zeitpunkt der Veraison in den Jahren 1998 und 1999 in den Blättern der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim gemessenen Kaliumgehalte sind in Abb. 3311-14 graphisch dargestellt. In beiden Versuchsjahren konnte auf allen Versuchsvarianten zu diesem Zeitpunkt in der Vegetationsperiode stets eine akute Mangelversorgung der Reben mit Kalium festgestellt werden. Die geringsten prozentualen Kaliumgehalte und K-Indexwerte wurden im Mittel stets auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' gemessen, die höchsten auf der Versuchsvariante 'Organisch'. Auf den Versuchsvarianten

'Kontrolle' und 'NPK' wurden zudem im Jahr 1999 geringere Kaliumgehalte in den Reblättern nachgewiesen als im Jahr 1998. Die Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' zeigten in beiden Jahren sehr ähnliche Kaliumgehalte zum Zeitpunkt der Veraison.

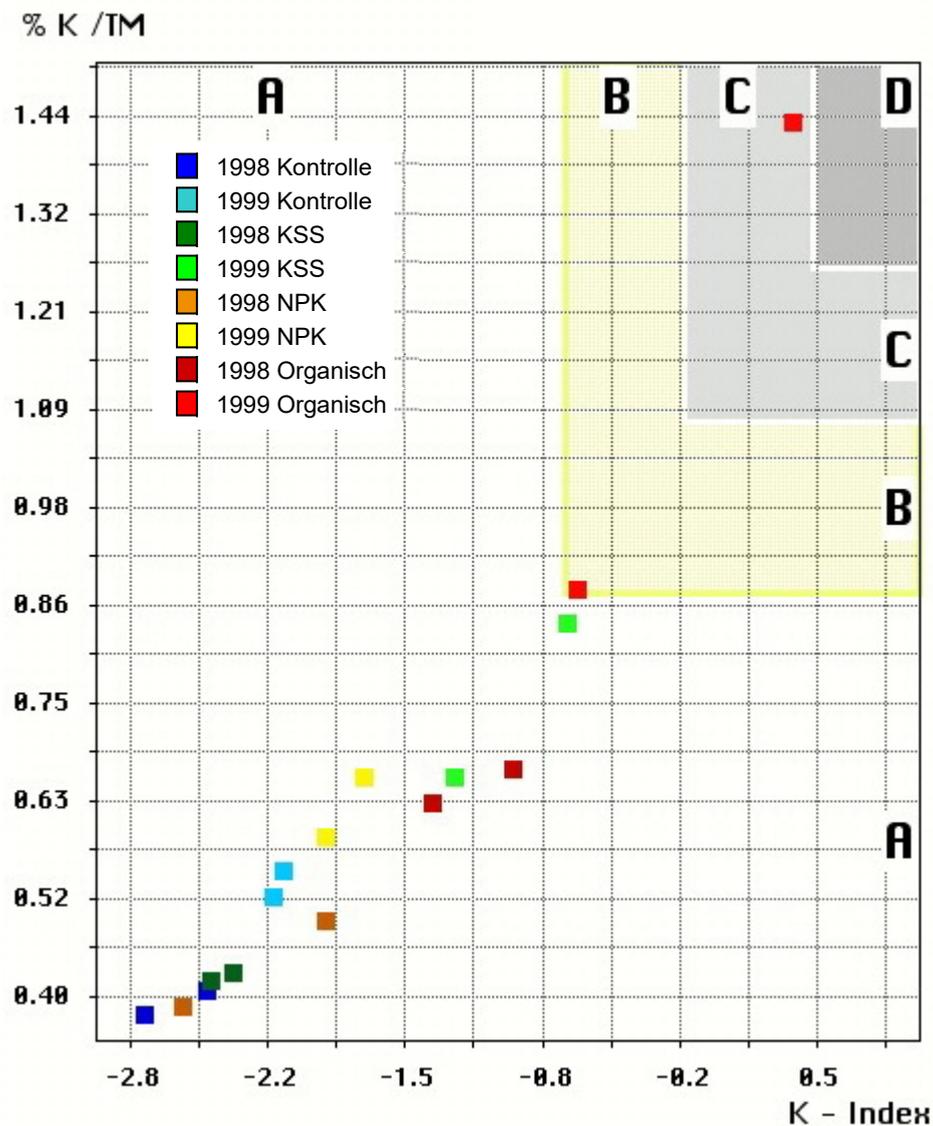


Abb. 3311-15: Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

Abb. 3311-15 zeigt die Ergebnisse der Kaliumgehaltbestimmung an Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim zum Zeitpunkt der Lese in den Jahren 1998 und 1999. Wie bereits zum Zeitpunkt der Veraison (Abb. 3311-14) wurden die geringsten

Kaliumgehalte auch zum Lesezeitpunkt in beiden Jahren in den Blättern der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' festgestellt. Eine Zunahme des Kaliums bzw. des P-Indexwertes von 1998 zu 1999 konnte auf allen Versuchsvarianten beobachtet werden. Allerdings befanden sich die Reben aller Versuchsvarianten, mit einer Ausnahme, trotz dieser Zunahme auch im Jahr 1999 in einer akuten Mangelversorgung mit Kalium. Die Ausnahme bildeten die Reben der Versuchsvariante 'Organisch'. Hier war die Kaliumzunahme in den Rebblättern im Jahr 1999 so groß, dass sich diese Reben im Mittel im Bereich des latenten Mangels bis zur Optimalversorgung befanden.

Der Versorgungsstand der Reben mit Magnesium auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte, in den Jahren 1998 und 1999, ist in Abb. 3311-16 wiedergegeben. Wie aus der Abbildung zu entnehmen, befand sich der Magnesiumgehalt der Rebblätter in beiden Versuchsjahren und bei den Reben aller Versuchsvarianten stets im Bereich des Luxuskonsums. Unterschiede im Blattmagnesiumgehalt zwischen den Jahren waren auf allen Versuchsvarianten sehr gering. Auch zwischen den

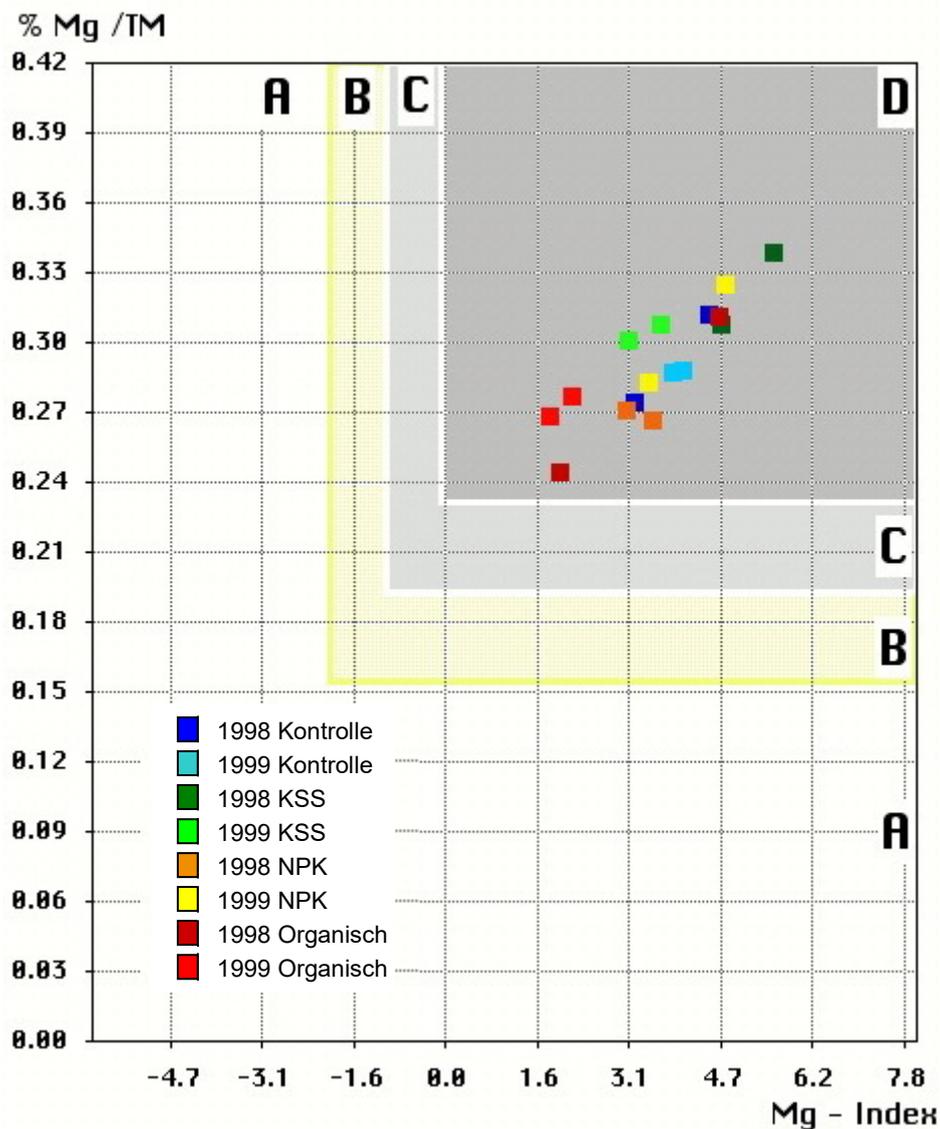


Abb. 3311-16: Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

Versuchsvarianten waren hinsichtlich der Magnesiumgehalte innerhalb eines Jahres nur geringe Unterschiede festzustellen.

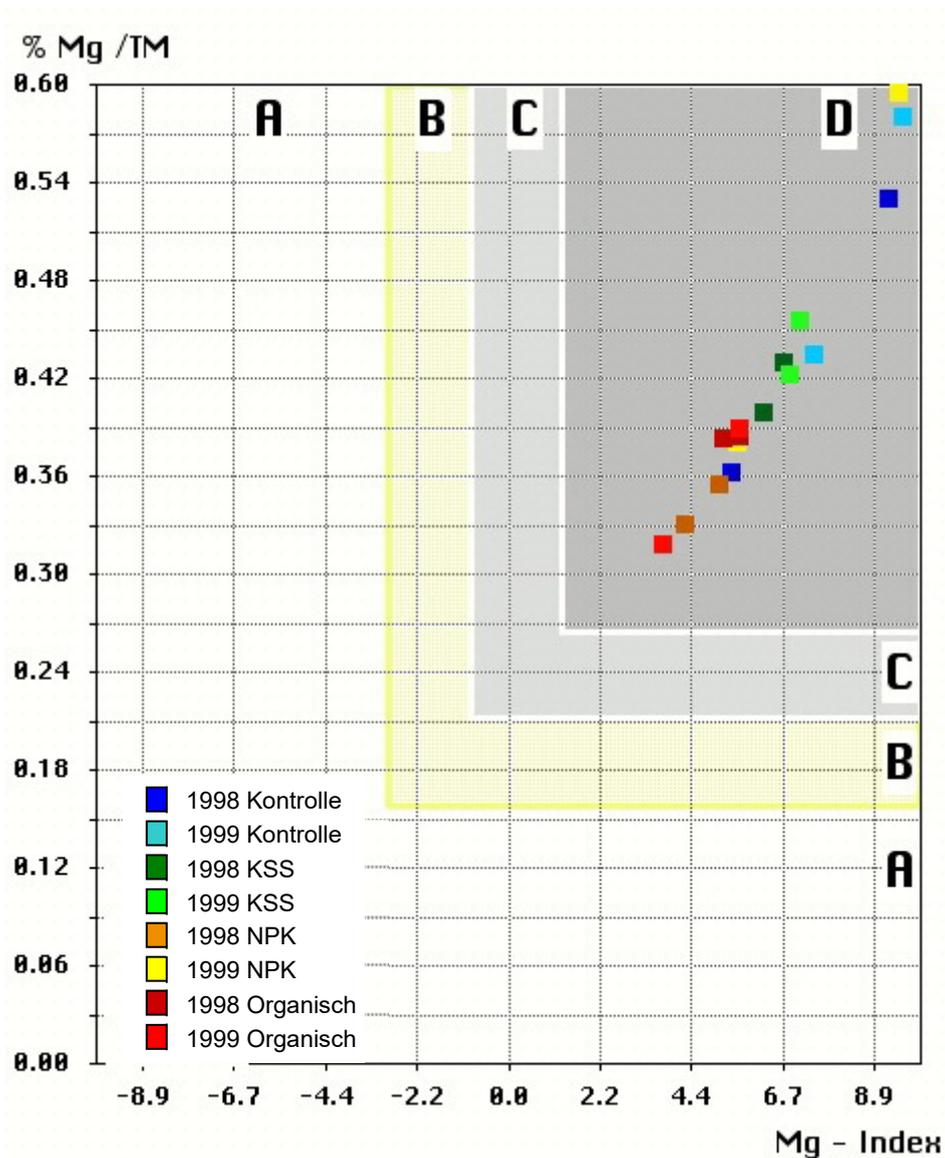


Abb. 3311-17: Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltssklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

Abb. 3311-17 zeigt die Ergebnisse der Magnesiumgehaltbestimmungen in den Blättern der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim zum Zeitpunkt der Veraison, in den Jahren 1998 und 1999. Wie bereits zum Zeitpunkt der Blüte, dargestellt in Abb. 3311-16, zeigten auch zur Veraison alle Reben der Versuchsfläche Geisenheim eine Luxusversorgung mit Magnesium. Allerdings waren hinsichtlich der prozentualen Magnesiumgehalte zwischen den Versuchsvarianten zur Veraison etwas größere Unterschiede festzustellen als zur Blüte. Im Jahr 1998 wurde der geringste Magnesiumgehalt zu diesem Zeitpunkt bei den Reben der Versuchsvariante 'Organisch', der höchste bei den Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' gemessen. Im Jahr 1999 war der Magnesiumgehalt bei Reben der Versuchsvariante 'Organisch' wiederum am geringsten, der der Versuchsvariante 'Kontrolle' im Mittel wiederum am höchsten.

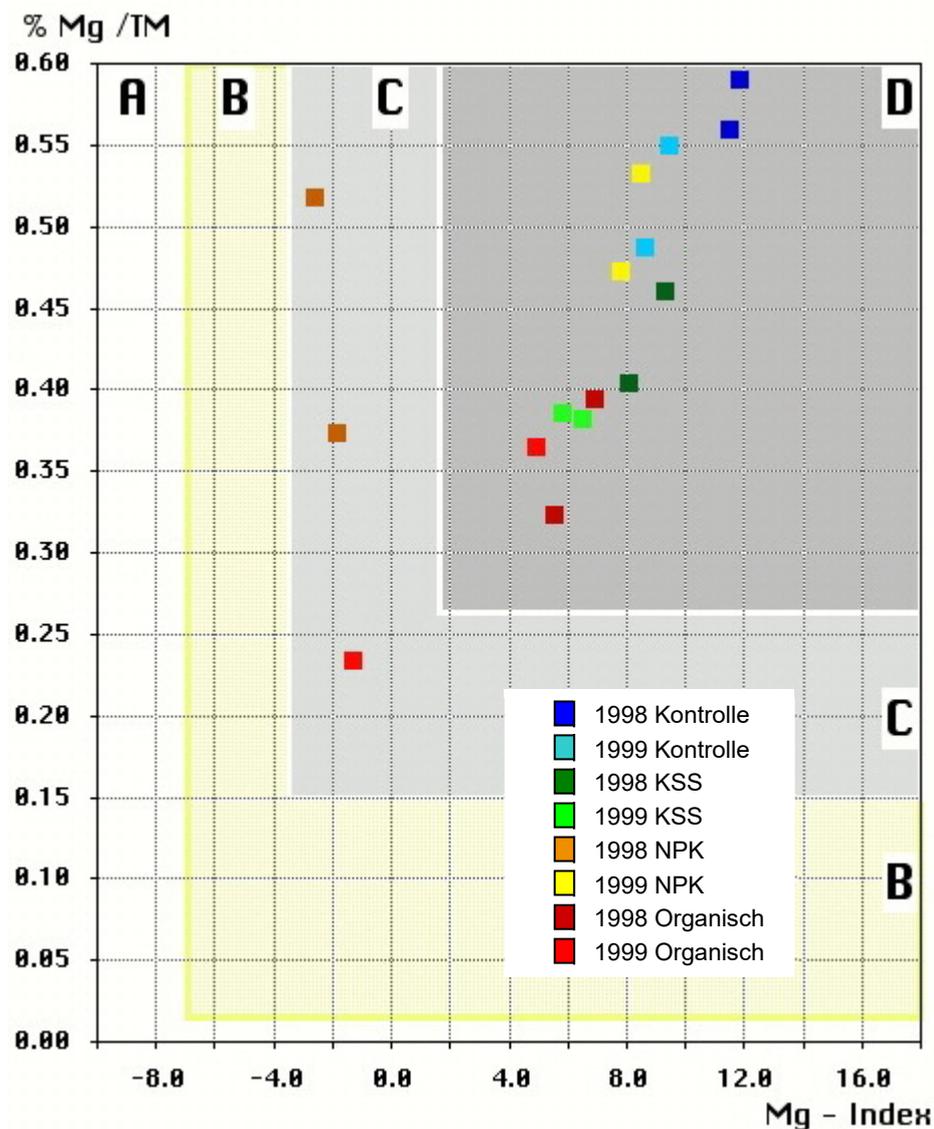


Abb. 3311-18: Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte: n = 2

Die Magnesiumgehalte der Rebblätter zum Lesezeitpunkt in den Jahren 1998 und 1999 sind für die Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim in Abb. 3311-18 dargestellt. Zu diesem Zeitpunkt in der Vegetationsperiode stellten sich die bei den Reben der verschiedenen Versuchsvarianten gemessenen Magnesiumgehalte etwas anders dar, als zur Blüte bzw. Veraison. Im Jahr 1998 wiesen die Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'KSS' und 'Organisch' wie bei den vorangegangenen Beprobungen Magnesiumgehalte im Bereich der Luxusversorgung auf. Wie schon zur Blüte und Veraison zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' dabei die geringsten, die der Versuchsvariante 'Kontrolle' die höchsten prozentualen Magnesiumgehalte. Der prozentuale Magnesiumgehalt in den Blättern der Reben der Versuchsvariante 'NPK' war im Mittel ebenfalls höher als auf der Versuchsvariante 'Organisch', allerdings wies der Mg-Index einen deutlich geringeren Wert auf, sodass die Analyse zeigte, dass die Reben dieser Versuchsvariante nicht im Bereich der Luxusversorgung, sondern im Bereich der Optimalversorgung lagen. Im Jahr 1999 hingegen befand sich aber auch auf dieser Versuchsvariante der Magnesiumgehalt der Blätter wieder im Bereich der Luxusversorgung. Wie im Vorjahr war der geringste Magnesiumgehalt bei den Reben der Versuchsvariante 'Organisch' im Grenzbereich zwischen optimaler und Luxusversorgung festzustellen. Die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' zeigten zusammen mit den Reben der Versuchsvariante 'NPK' die höchsten Magnesiumgehalte.

3.3.1.2 Die vegetative und generative Leistung der Reben

3.3.1.2.1 Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999

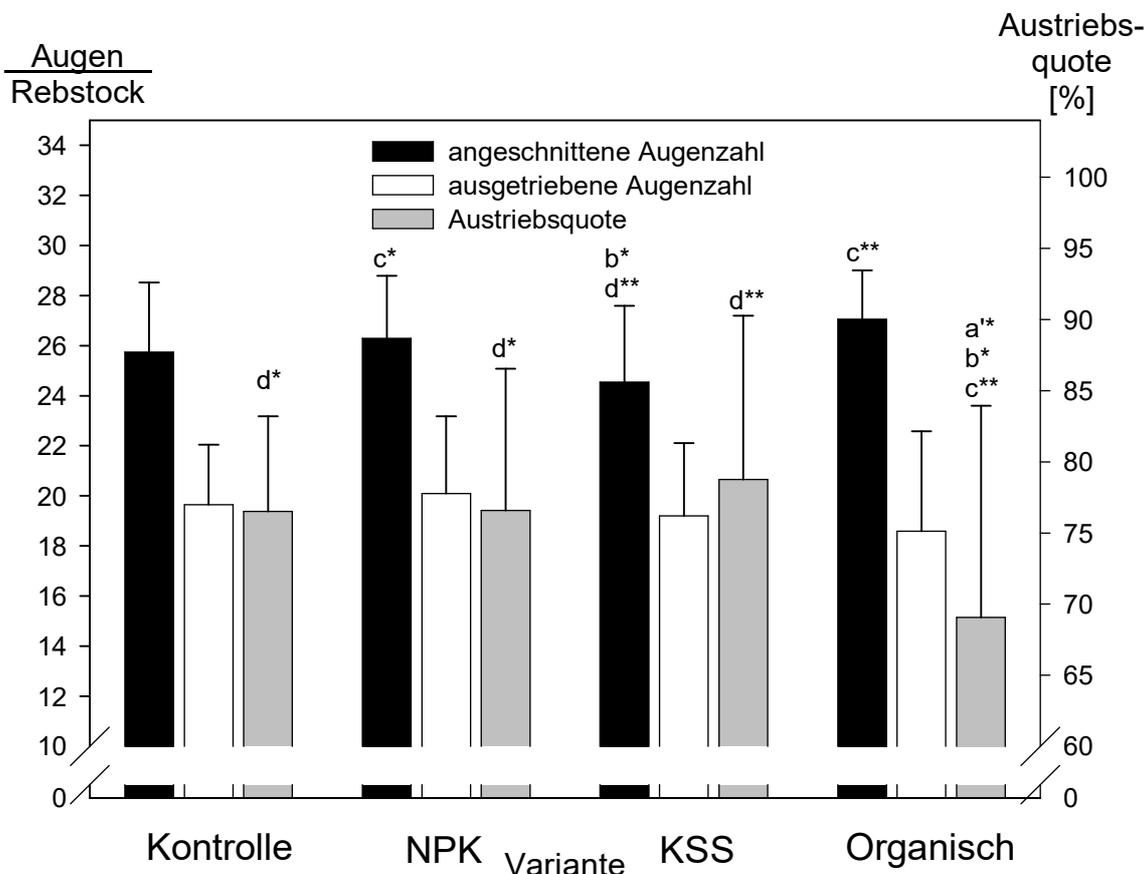


Abb. 3312-1: Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].

Mittelwerte und; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten

(* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Wie aus Abbildung 3312-1 ersichtlich, bestehen nur geringe Unterschiede in der Zahl angeschnittener Augen je Rebstock zwischen den Versuchsvarianten. Lediglich die Versuchsvariante 'KSS' zeigt mit ca. 25 Augen je Rebstock eine signifikant geringere Anzahl, verglichen mit den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch'. Signifikante Unterschiede hinsichtlich der Anzahl ausgetriebener Augen konnten nicht festgestellt werden. Die vergleichsweise hohe mittlere Zahl von angeschnittenen Augen auf der Versuchsvariante 'Organisch' sowie die geringste Anzahl ausgetriebener Augen aller Versuchsvarianten resultiert in statistisch signifikanten Unterschieden hinsichtlich der Austriebsquote, welche im Jahr 1998 auf dieser Versuchsvariante bei nur 69 % lag, verglichen mit Werten von 77 bis 79 % auf der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS'.

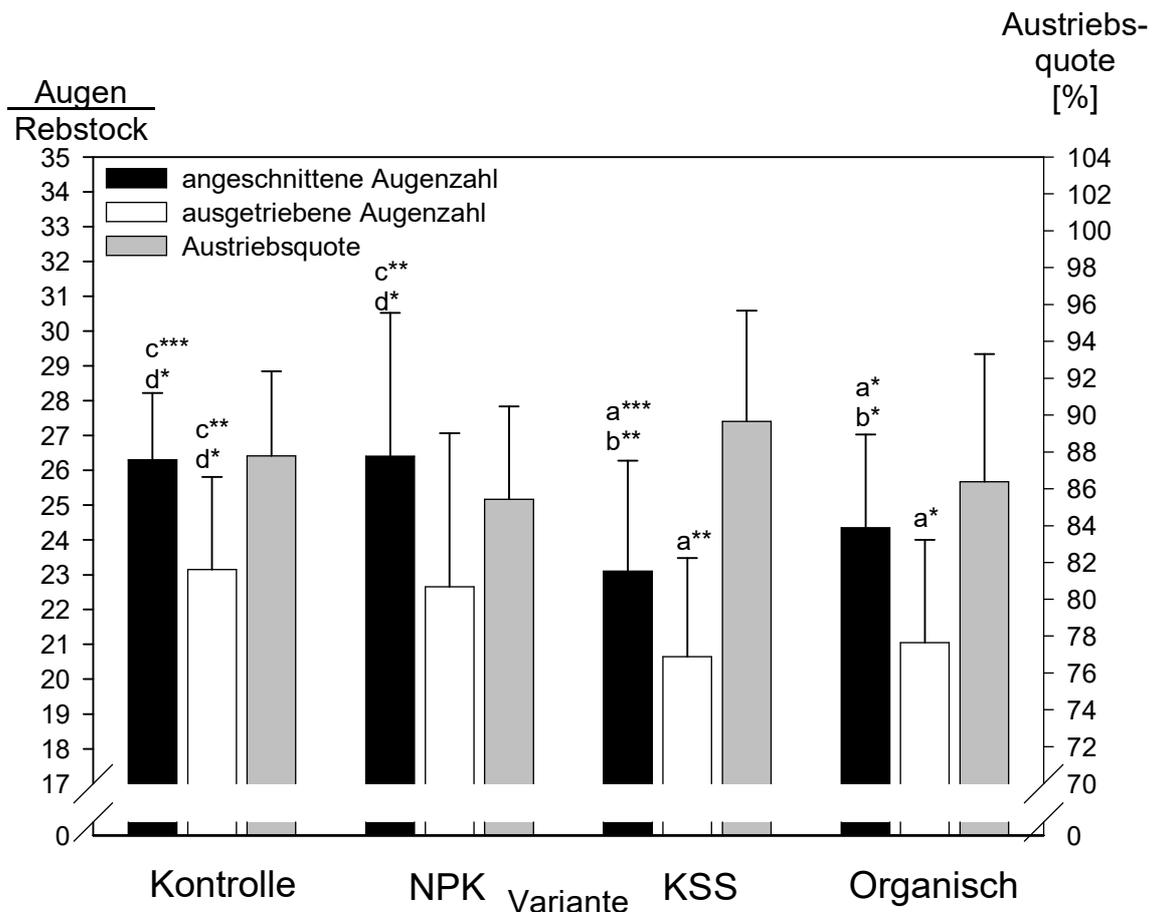


Abb. 3312-2: Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3312-2 sind die Ergebnisse der mittleren Anzahl an angeschnittenen und ausgetriebenen Augen je Rebstock sowie die Austriebsquote auf der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1999, wiedergegeben. Dabei waren stellenweise wesentliche Unterschiede zum Vorjahr zu erkennen. So unterschied sich 1999 die Versuchsvariante 'Kontrolle' signifikant von den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' hinsichtlich der Anzahl angeschnittener Augen je Rebstock. Mit einem ähnlichen Wert wie die Versuchsvariante 'Kontrolle' von 26,3, unterschied sich auch die Versuchsvariante 'NPK' von den beiden Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch', welche Werte von nur 23 und 24 zeigten. Weiterhin unterschieden sich diese beiden letztgenannten Versuchsvarianten mit Werten von 20,6 und 21 auch durch eine geringere mittlere Anzahl von ausgetriebenen Augen je Rebstock, wobei sich mit einer Anzahl von 23 nur die Versuchsvariante 'Kontrolle' signifikant von

ihnen unterscheidet. Wesentlich höhere Werte konnten bei den Austriebsquoten festgestellt werden, verglichen mit dem Jahr 1998. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten traten auf der Versuchsfläche Geisenheim hierbei nicht auf.

3.3.1.2.2 Relativer Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999

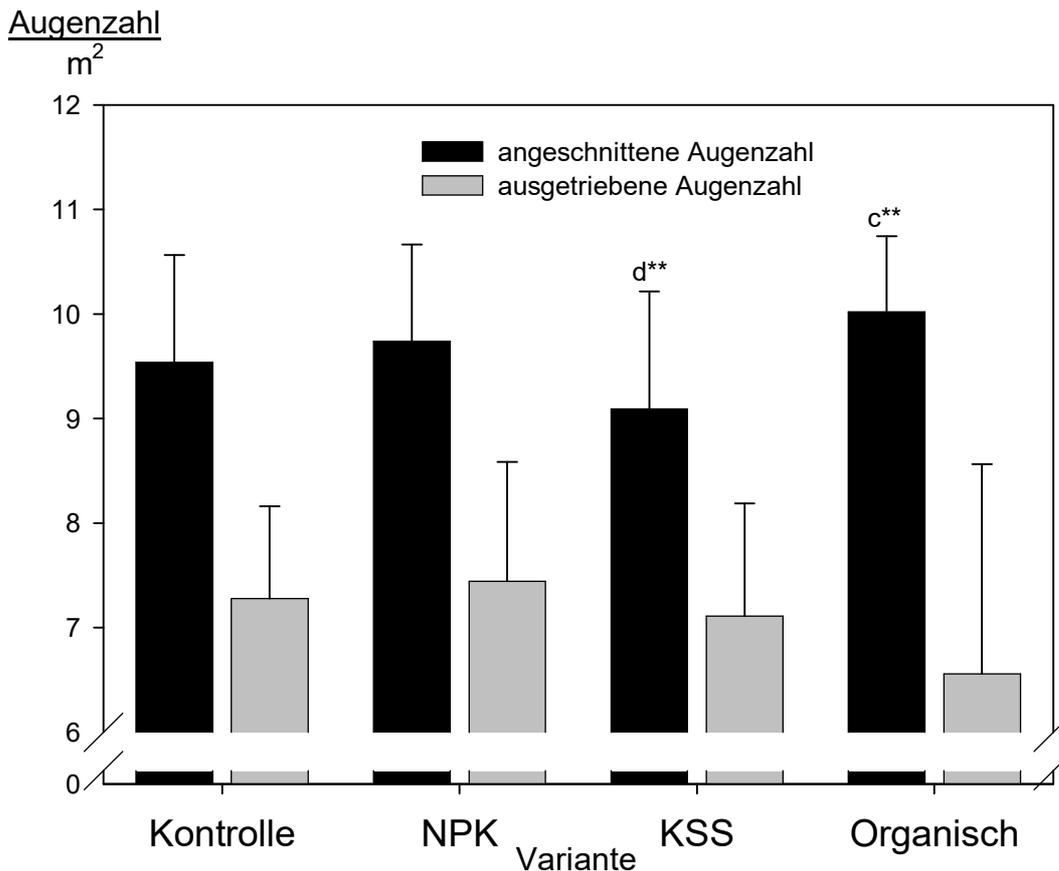


Abb. 3312-3: Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Augenzahl je m² Standraum].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abbildung 3312-3 gibt die mittlere angeschnittene und ausgetriebene Augenzahl der Rebstöcke, bezogen auf einen Quadratmeter Standraum wieder. Statistisch signifikante Unterschiede konnten im Jahr 1998 dabei nur zwischen den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' nachvollzogen werden, hinsichtlich der mittleren Anzahl angeschnittener Augen. Die Versuchsvariante 'KSS' wies mit ca. 9,1 dabei die geringste mittlere Anzahl angeschnittener Augen auf, die Versuchsvariante 'Organisch' zeigte mit 10 den höchsten

Wert, wohingegen die Reben dieser Versuchsvarianten die geringste Anzahl ausgetriebener Augen je Quadratmeter Standraum aufwiesen.

Augenzahl

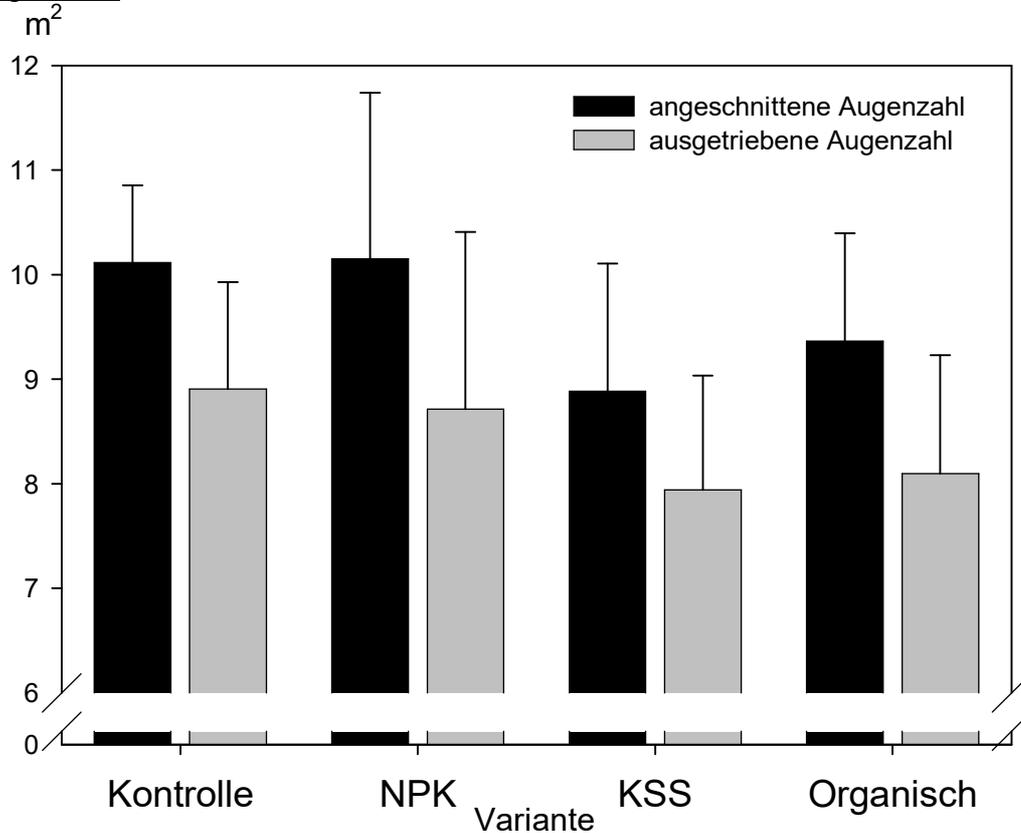


Abb. 3312-4: Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Augenzahl je m² Standraum].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* ≡ p ≤ 0,05; ** ≡ p ≤ 0,005; *** ≡ p ≤ 0,001)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Hinsichtlich der in Abb. 3312-4 dargestellten mittleren relativen Anzahl angeschnittener oder ausgetriebener Augen je Quadratmeter Standraum, zeigten Reben der Versuchsvarianten im Jahr 1999 keinerlei statistisch signifikanten Unterschied. Ähnlich wie im Jahr 1998 zeigten auch 1999 die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' die geringsten mittleren Anzahlen ausgetriebener Augen.

3.3.1.2.3 Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999

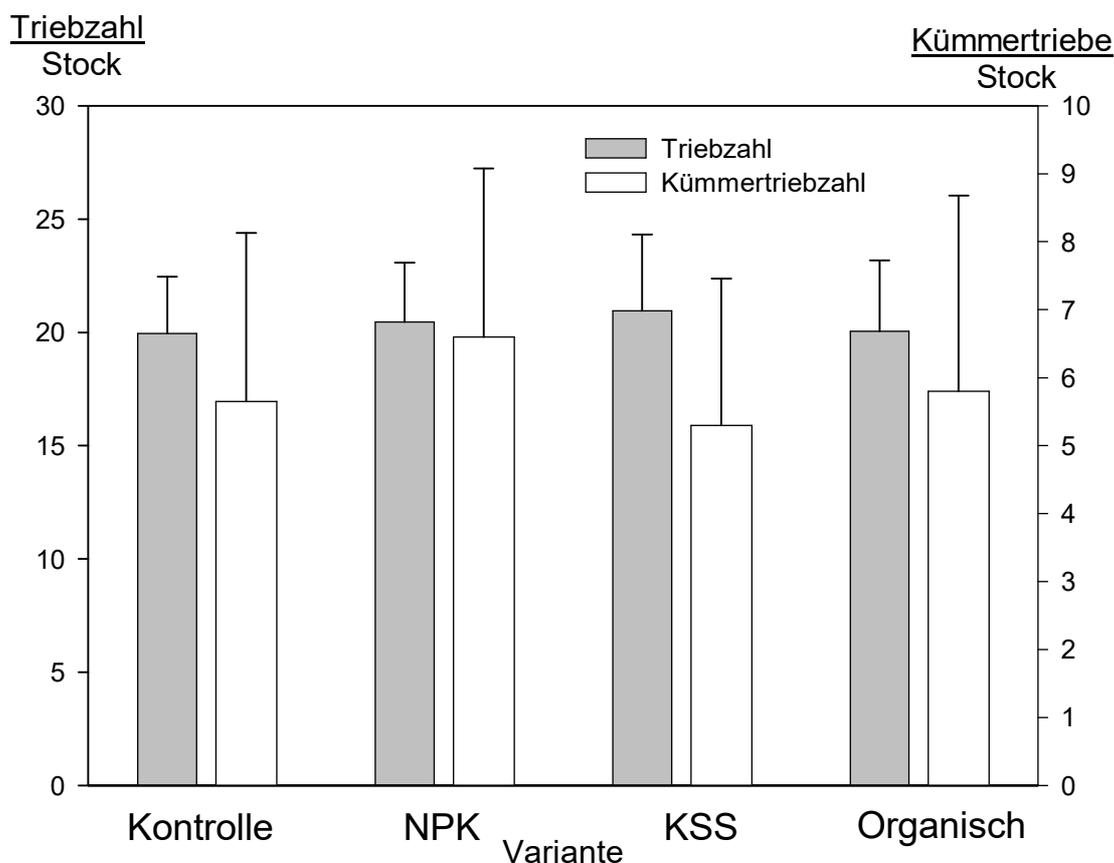


Abb. 3312-5: Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Anzahl (Kümmer-)Triebe je Stock].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3312-5 sind die mittlere Triebzahl sowie die mittlere Anzahl der Kümmertriebe je Rebstock wiedergegeben. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass die Rebstöcke aller Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998, mit Werten zwischen 20 und 21 ähnliche Anzahlen an Trieben aufwiesen. Mit mittleren Kümmertriebzahlen von 5 bis 7 Stück je Stock waren die Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten, hinsichtlich der Kümmertriebe, zwar höher als bei der Anzahl an Trieben, wobei aber auch hier keinerlei statistisch signifikante Unterschiede nachvollzogen werden konnten. Die geringsten mittleren Kümmertriebzahlen je Stock wurden im Jahr 1998 auf der Versuchsvariante 'KSS' festgestellt, die höchsten auf der Versuchsvariante

'NPK'. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' zeigten ähnliche, intermediäre Werte.

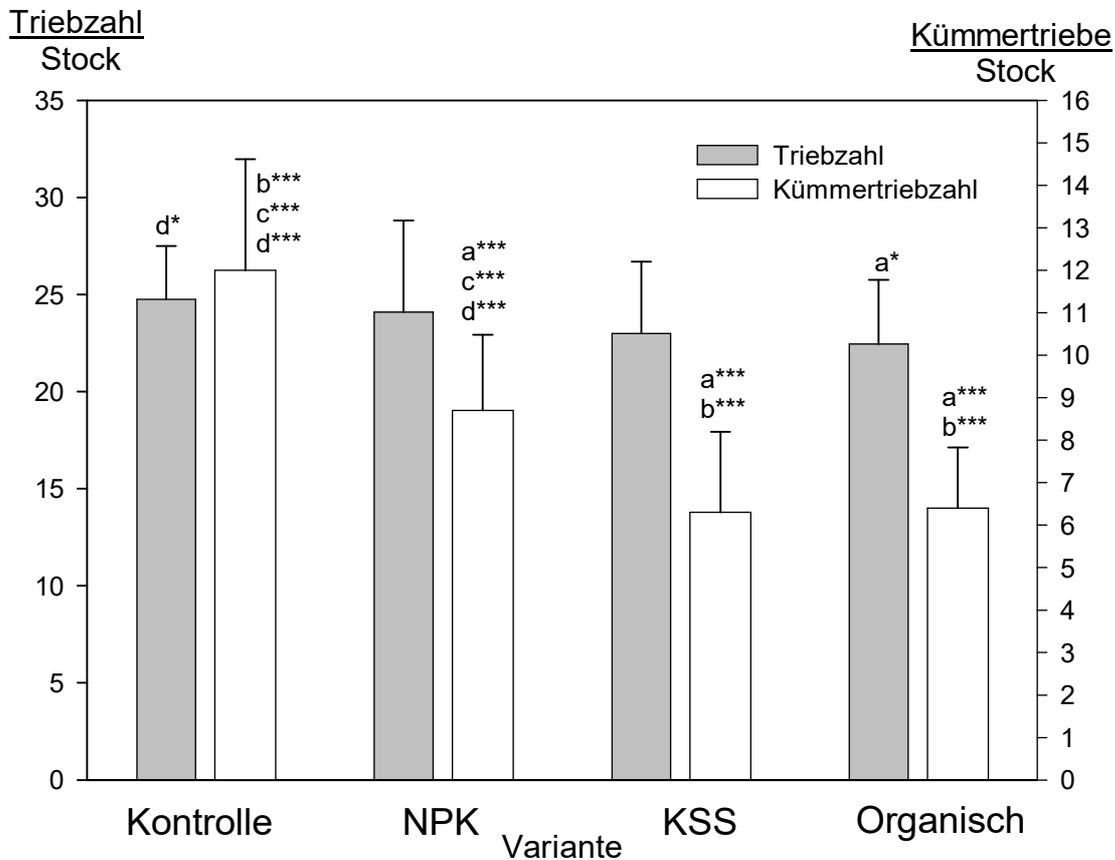


Abb. 3312-6: Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Anzahl (Kümmer-)Triebe je Stock].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Wie aus Abb. 3312-6 ersichtlich, unterscheiden sich die Jahre 1998 und 1999 wesentlich voneinander sowohl hinsichtlich der mittleren Anzahl von Trieben je Stock als auch in Bezug auf die mittlere Anzahl der Kümmertriebe je Rebstock. Dabei wurde die höchste Anzahl von Trieben je Rebstock auf der 'Kontrolle' ermittelt. Diese Versuchsvariante unterscheidet sich somit statistisch signifikant von der Versuchsvariante 'Organisch', welche mit einem Wert von 22 die geringste mittlere Anzahl von Trieben je Rebstock aufwies. Hinsichtlich der mittleren Anzahl von Kümmertrieben je Rebstock waren im Jahr 1999 weitere statistisch signifikante Unterschiede zu verzeichnen. So wurde auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' mit 12 Kümmertrieben je Rebstock der höchste Wert verzeichnet,

wodurch sich diese Versuchsvariante statistisch signifikant von allen anderen Versuchsvarianten unterscheidet. Die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' zeigten mit Werten von 6 die geringsten mittleren Kümmertriebwerke je Rebstock und unterschieden sich damit statistisch signifikant von der Versuchsvariante 'NPK', welche mit einem Wert von ca. 9 Kümmertrieben intermediär lag.

3.3.1.2.4 Relative Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999

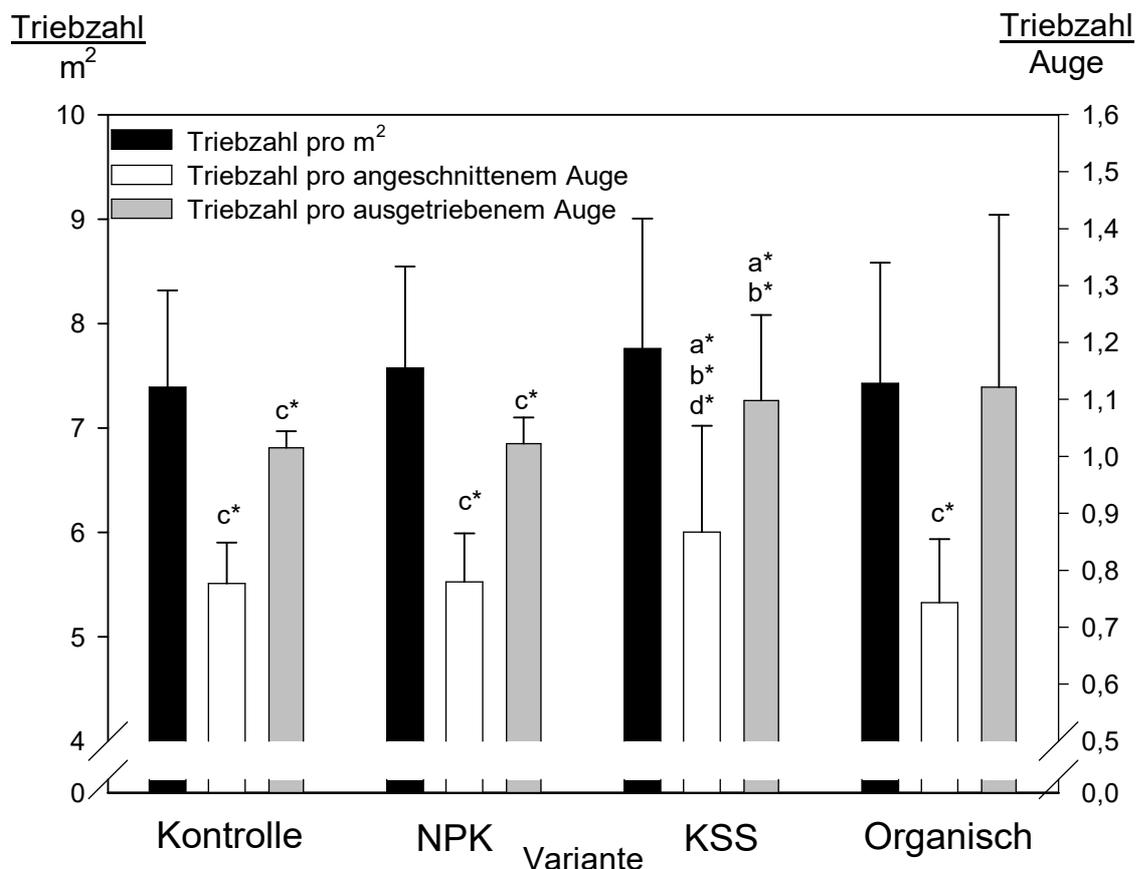


Abb. 3312-7: Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Anzahl Triebe je m² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenes Auge].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* ≡ p ≤ 0,05; ** ≡ p ≤ 0,005; *** ≡ p ≤ 0,001)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abbildung 3312-7 zeigt relative Triebzahlen, also die Anzahl der Triebe je Quadratmeter Standraum, die Anzahl der Triebe je ausgetriebenem bzw. je angeschnittenem Auge auf der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, konnten dabei keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den

Versuchsvarianten dieser Versuchsfläche, hinsichtlich der mittleren Anzahl der Triebe je Quadratmeter des den Reben zur Verfügung stehenden Standraums ermittelt werden. Derartige Unterschiede ergaben sich allerdings bei Betrachtung der Triebzahl je angeschnittenem Auge. Hier unterschied sich die Versuchsvariante 'KSS' mit einem Wert von ca. 0,9 statistisch signifikant von den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'Organisch', welche Werte um ca. 0,8 Triebe je angeschnittenem Auge aufwiesen. Weiterhin konnten statistisch signifikante Unterschiede bei der Betrachtung der mittleren Anzahl von Trieben, je ausgetriebenem Auge, ermittelt werden. Hier zeigte die Versuchsvariante 'KSS' einen statistisch signifikant höheren Wert im Vergleich zu den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK'.

Wie aus Abbildung 3312-8 ersichtlich, wurden bezüglich der relativen Triebzahlen im Jahr 1999 keine statistisch signifikanten Unterschiede ermittelt. Insgesamt zeigten sich in

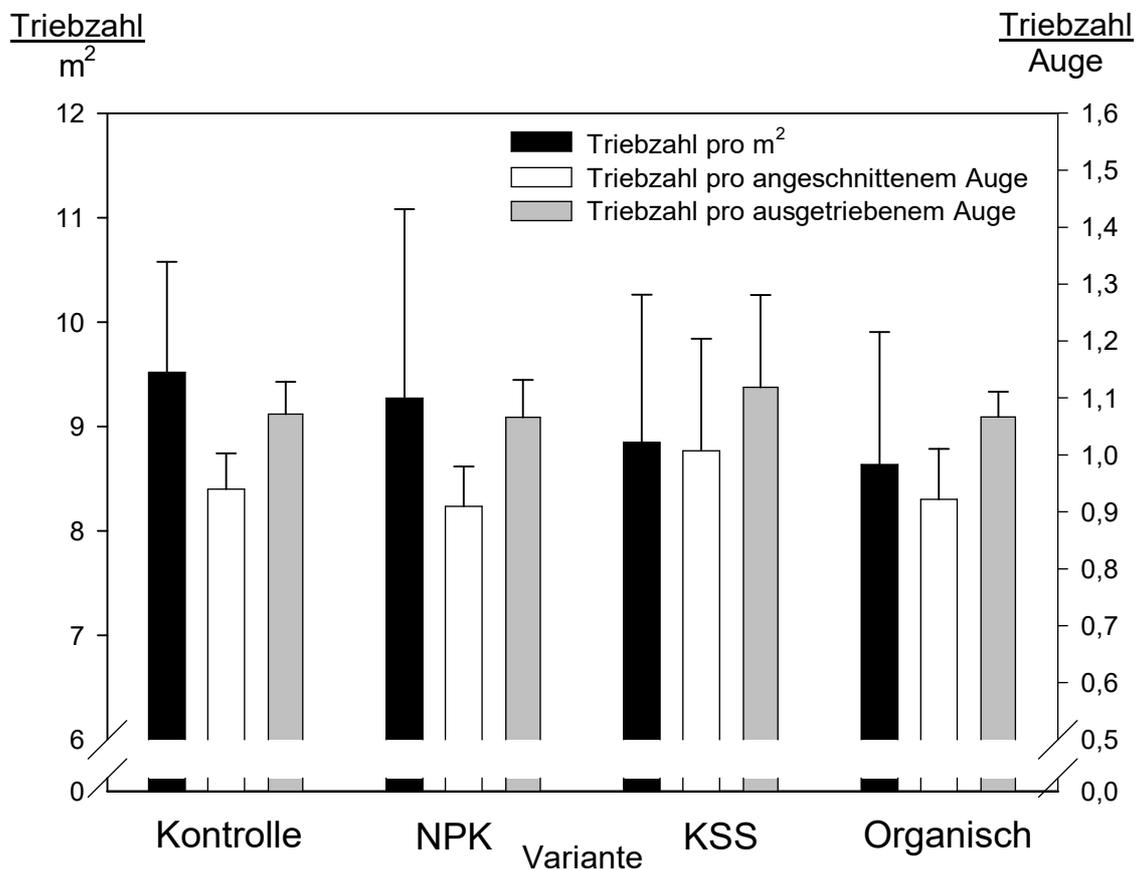


Abb. 3312-8: Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Anzahl Triebe je m² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenes Auge].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

diesem Jahr höhere Werte, wobei bei der Triebzahl je angeschnittenem Auge wiederum die Versuchsvariante 'KSS' den höchsten Wert aufwies, obgleich nicht statistisch signifikant wie im Vorjahr.

3.3.1.2.5 Trieb­längen in den Jahren 1998 und 1999

In Abb. 3312-9 sind die mittleren Längen der einjährigen Triebe der Reb­stöcke im Ziel­holz­bereich (Position A), auf dem Bogen (Position B) und im absteigenden Bereich des Bogens (Position C) wiedergegeben. Weiterhin zeigt diese Abbildung die Mess­er­geb­nisse der Trieb­längen zu drei unterschiedlichen Terminen in der Vegetationsperiode (03.06.1998, 17.06.1998, 23.06.1998). Wie aus Abb. 3312-9 hervorgeht, wiesen auf allen Versuchsvarianten und bei allen Beprobungsterminen die Triebe im Ziel­holz­bereich stets die höchsten Längen auf. Auch hinsichtlich der kürzesten Triebe war eine Tendenz festzustellen. Die geringsten Längen wurden stets bei den Trieben der Position C, also Trieben im absteigenden Bereich des Bogens, verzeichnet. Eine Ausnahme stellen die Triebe der Position C auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' beim ersten Beprobungstermin (03.06.1998) dar. Im Vergleich zu auf dem Bogen wachsenden Trieben war die mittlere Länge der Triebe, im absteigenden Bereich, auf dieser Versuchsvariante und zu diesem Beprobungstermin erhöht bzw. die Länge der Triebe auf Position B erniedrigt. Diese geringen Längen der Triebe der Position B, am 03.06.1998, auf der Versuchsvariante 'Kontrolle,' spiegelte sich auch in einem statistisch signifikanten Längenunterschied zu den Trieben der Versuchsvariante 'Organisch' wider. Weiterhin ist zu sagen, dass die auf dem Bogen wachsenden Triebe (Position B) bei allen Beprobungsterminen, bei den Reben der Versuchsvarianten 'Organisch', die höchsten Werte aller Versuchsvarianten aufwiesen, obgleich nur beim ersten Beprobungstermin statistisch signifikant.

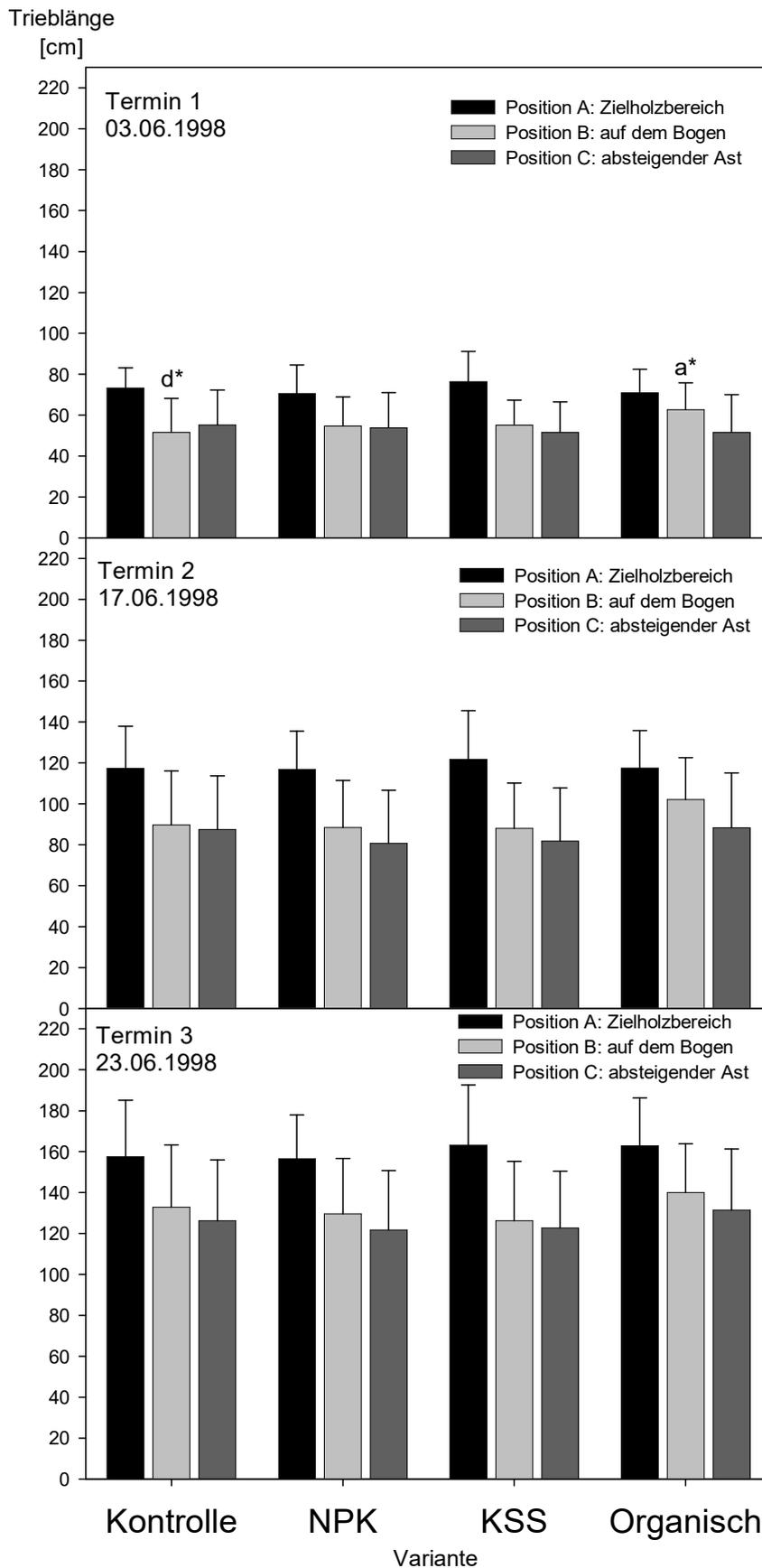


Abb. 3312-9: Triebängen auf der Versuchsfläche Geisenheim am 03.06., 17.06. und 23.06. 1998 [cm].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten

(* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

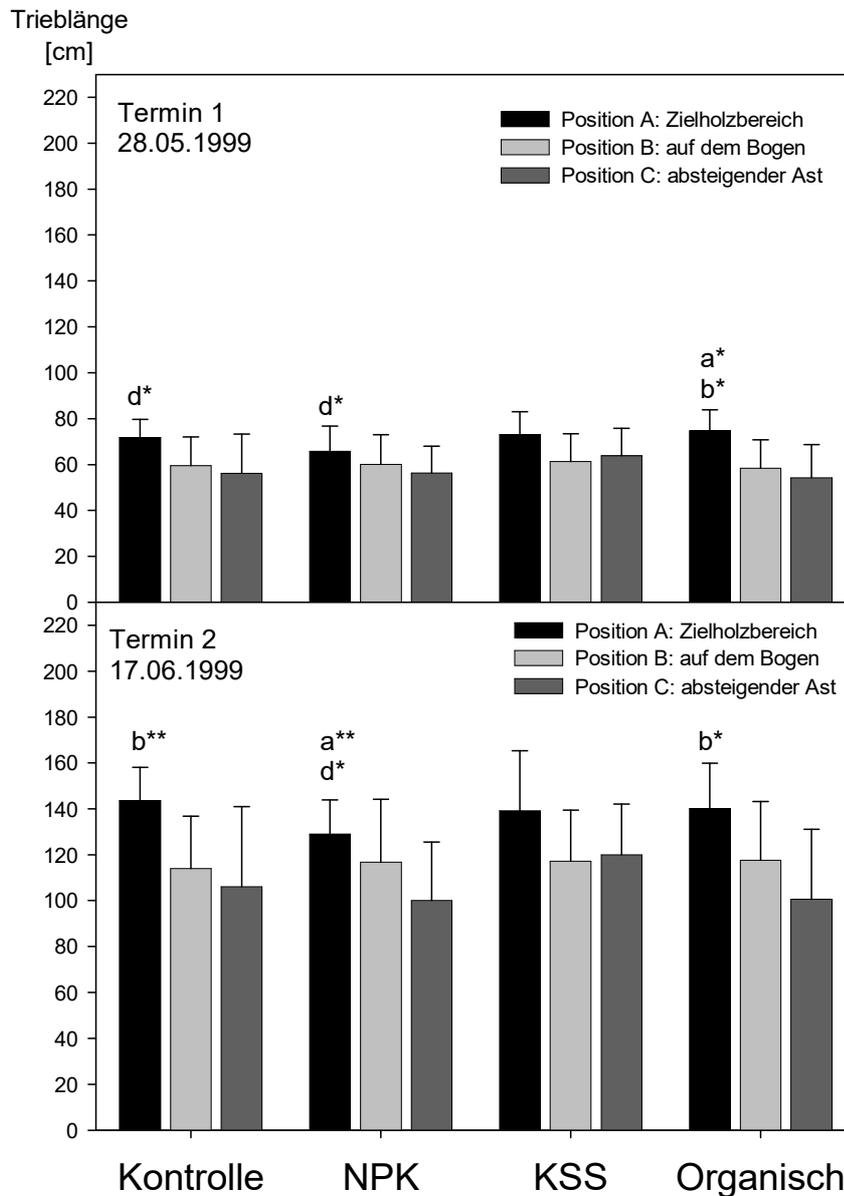


Abb. 3312-10: Triebhängen auf der Versuchsfläche Geisenheim am 28.05. und 17.06. 1999 [cm].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Wie aus der Darstellung der Triebhängen auf der Versuchsfläche Geisenheim am 28.05. und 17.06. 1999 in Abb. 3312-10 ersichtlich, bestanden die im Jahr 1998 beobachteten Tendenzen bei den Längen der Triebe auf den verschiedenen Wuchspositionen auch im Jahr 1999. Im Jahr 1999 wurden weiterhin bei der ersten Beprobung am 28.05.1999 die

längsten Triebe aller Versuchsvarianten im Zielholzbereich (Position A) der Versuchsvariante 'Organisch' ermittelt, welche sich dadurch auch statistisch signifikant von den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' unterschied. Bei erneuter Erhebung der Trieb­längen, am 17.06.1999, wiesen hingegen die Triebe im Zielholzbereich der Versuchsvariante 'Kontrolle' die höchsten mittleren Werte auf. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte bei diesem Beprobungstermin allerdings nur zwischen den Längen der im Zielholzbereich wachsenden Triebe der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' ermittelt werden, wobei die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' mit 140 cm um 11 cm längere Triebe im Zielholzbereich aufwiesen.

Die im Wuchsbild eines Rebstocks vorherrschenden Zusammenhänge (z.B. die längeren und besser ernährten Zielholztriebe, die auch unbedingt als Anschnittholz für die nächste Saison benötigt werden) werden mit dieser Trieb­längenmessung sehr gut abgebildet. Die bessere Versorgung der organischen Variante wird verdeutlicht durch das erhöhte Trieb­wachstum auf verschiedenen Wuchspositionen.

3.3.1.2.6 Trieb­längen­zu­wachs in den Jahren 1998 und 1999

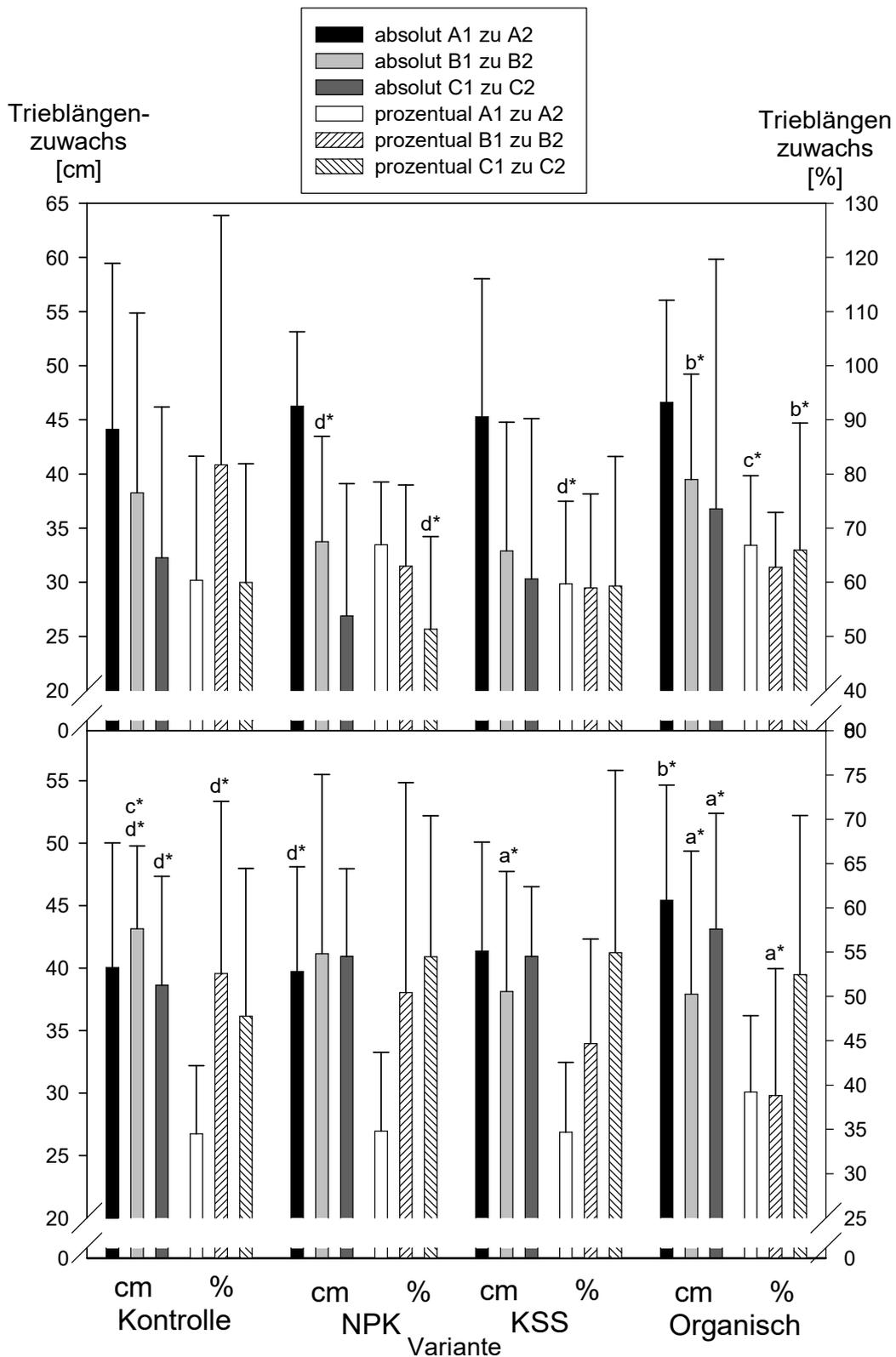


Abb. 3312-11: Absolute und prozentuale Trieb­längen­zuwächse auf der Versuchsfläche Geisenheim zwischen den Vergleichsterminen 03.06., 17.06. und 23.06. 1998 [cm; %].

A: Vergleich des Trieb­längen­zuwachses der Beprobungstermine 1 (03.06.1998) und 2 (17.06.1998).

B: Vergleich des Trieb­längen­zuwachses der Beprobungstermine 2 (17.06.1998) und 3 (23.06.1998).

A1: Triebe im Zielholzbereich (Position A) am 1. Beprobungstermin; A2, A3 analog;

B1: Triebe auf dem Bogen (Position B) am 1. Beprobungstermin; B2, B3 analog;

C1: Triebe im absteigenden Bereich des Bogens (Position C) am 1. Beprobungstermin; C2, C3 analog.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abbildung 3312-11 gibt die absoluten und prozentualen Längen­zuwächse, zwischen den Beprobungsterminen (03.06., 17.06. und 23.06.1998), der Triebe auf den verschiedenen Wuchspositionen (Zielholzbereich, Bogen und absteigender Bogen) wieder. Hierbei wird anhand der hohen Standardabweichungen die große Variabilität zwischen einzelnen Reb­stöcken sehr deutlich. Im Vergleich der ersten beiden Beprobungstermine (Abb. 3312-11 A) zeigten sich statistisch signifikant stärkere Zuwächse ausschließlich bei den Trieben der Versuchsvariante 'Organisch'. Hier ergab die Auswertung der Messwerte einen statistisch signifikant höheren absoluten Längen­zuwachs der auf dem Bogen wachsenden Triebe, verglichen mit Trieben desselben Wuchsbereichs auf der Versuchsvariante 'NPK'. Weiterhin konnten statistisch signifikant höhere prozentuale Zuwächse sowohl im Zielholzbereich der Versuchsvariante 'Organisch', im Vergleich zur Versuchsvariante 'KSS' und bei Trieben im absteigenden Bereich des Bogens, im Vergleich mit der Versuchsvariante 'NPK', ermittelt werden. Uneinheitlicher waren die Ergebnisse, welche beim Vergleich der Messwerte des zweiten und dritten Beprobungstermins ermittelt wurden, wiedergegeben in Abbildung 3312-11 B. Bei den im Zielholzbereich wachsenden Trieben zeigte ebenfalls die Versuchsvariante 'Organisch' den höchsten absoluten Längen­zuwachs aller Versuchsvarianten, unterschied sich aber statistisch signifikant nur von der Versuchsvariante 'NPK'. Auch die im absteigenden Bereich des Bogens wachsenden Triebe zeigten auf der Versuchsvariante 'Organisch' den stärksten Zuwachs aller Versuchsvarianten; ein signifikanter Unterschied wurde im statistischen Vergleich mit der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Der größte absolute Längen­zuwachs auf dem Bogen war bei den Trieben der Reb­stöcke der Versuchsvariante 'Kontrolle' festzustellen. Weiterhin unterschieden sie sich dadurch signifikant von den Trieben derselben Wuchsposition der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch'. Bei einem Vergleich der prozentualen

Trieb­längen­zuwächse der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' zeigte sich das­selbe statistische Signifikanzverhältnis für die auf dem Bogen wachsenden Triebe.

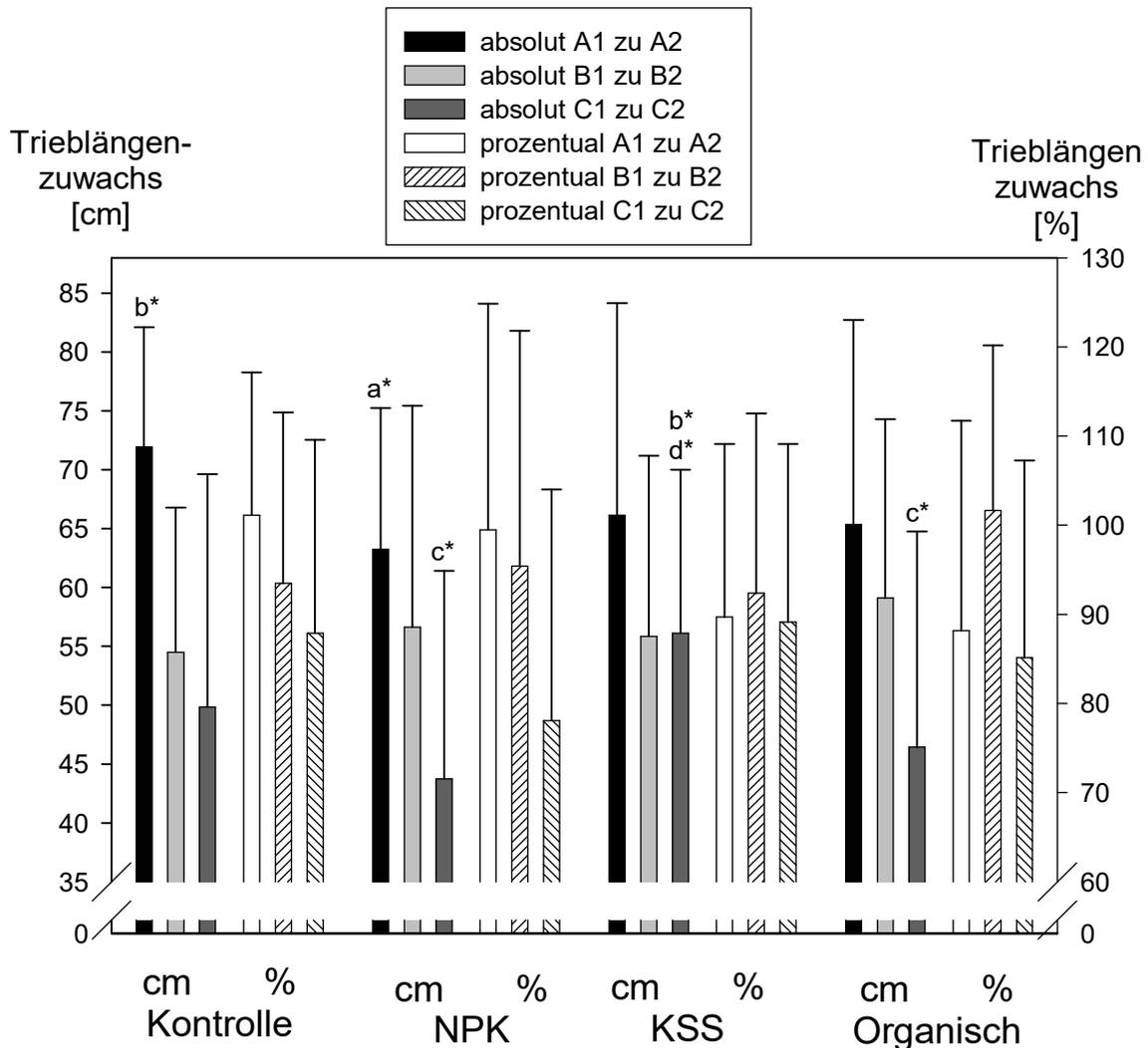


Abb. 3312-12: Absolute und prozentuale Trieb­längen­zuwächse auf der Versuchsfläche Geisenheim zwischen den Vergleichsterminen 28.05. und 17.06. 1999 [cm; %]. A1: Triebe im Zielholzbereich (Position A) am 1. Beprobungstermin; A2 analog; B1: Triebe auf dem Bogen (Position B) am 1. Beprobungstermin; B2 analog; C1: Triebe im absteigenden Bereich des Bogens (Position C) am 1. Beprobungstermin; C2 analog.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* ≡ p ≤ 0,05; ** ≡ p ≤ 0,005; *** ≡ p ≤ 0,001)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Absolute und prozentuale Trieb­längen­zuwächse des Jahres 1999 sind in Abb. 3312-12 wiedergegeben. Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass die höchsten absoluten und prozentualen Längen­zuwächse von Trieben im Zielholzbereich (Position A) bei Reben auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' zu beobachten war. Im Falle der Absolutwerte war

der Unterschied zur Versuchsvariante 'NPK' dabei statistisch signifikant. Wie im Vorjahr wurde auch im Jahr 1999 der stärkste Längenzuwachs der Triebe auf dem Bogen auf der Versuchsvariante 'Organisch' festgestellt, wobei aber keine statistische Signifikanz bei dem Vergleich der Versuchsvarianten erzielt wurde. Den deutlich größten absoluten Zuwachs bei den Triebblängen im Bereich des absteigenden Bogens, zeigten 1999 die Reben der Versuchsvariante 'KSS', welche sich auch statistisch signifikant von Reben der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' unterschieden.

3.3.1.2.7 Gipfellaubgewicht in den Jahren 1998 und 1999

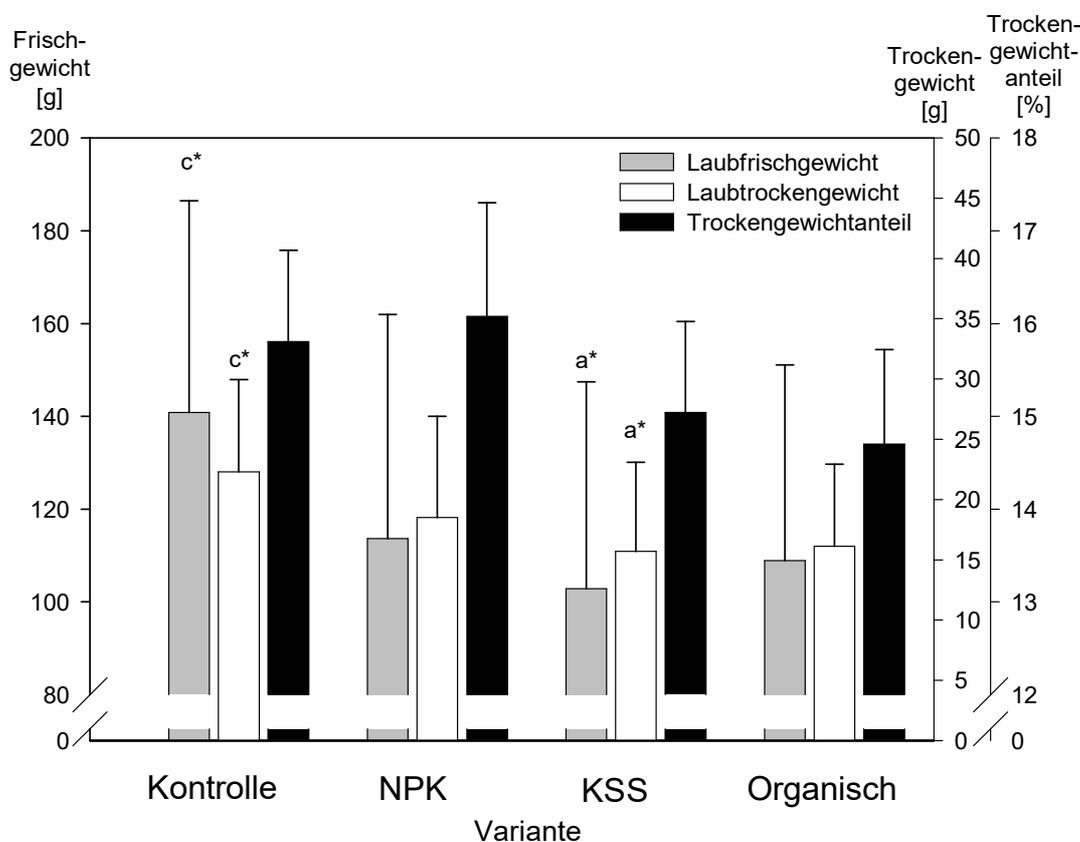


Abb. 3312-13: Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abbildung 3312-13 sind die Ergebnisse der Messung des Gipfellaubgewichts (Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil) im Jahr 1998 dargestellt. Dabei zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' die höchsten Werte hinsichtlich des Frisch- und Trockengewichts. Die Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch'

zeigten ähnliche niedrigere Werte, wobei die geringsten Werte für die Versuchsvariante 'KSS' ermittelt wurden. Diese Versuchsvariante zeigte somit auch statistisch signifikante Unterschiede im Vergleich zur Versuchsvariante mit den höchsten Werten (Kontrolle). Weitere statistisch signifikante Unterschiede konnten nicht beobachtet werden. Dies gilt ebenso hinsichtlich des Trockengewichtanteils, wobei höhere Werte hier auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' festgestellt wurden.

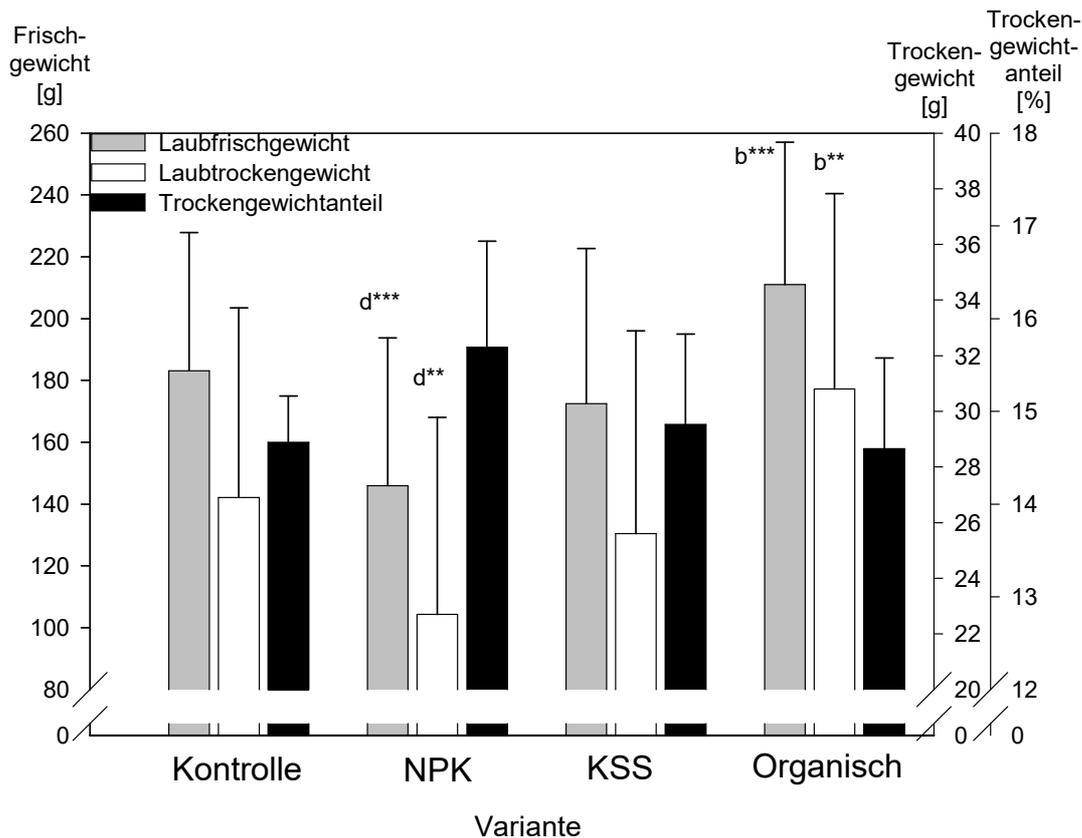


Abb. 3312-14: Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [g; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten

(* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abbildung 3312-14 zeigt die Situation bezüglich des Gipfellaubgewichts im Jahr 1999. Es wird dabei deutlich, dass in diesem Jahr gänzlich andere Verhältnisse beobachtet werden konnten als im Jahr 1998. Im Jahr 1999 wurden die höchsten mittleren Frisch- und Trockengewichte an Rebstöcken der Versuchsvariante 'Organisch' ermittelt, wobei dies auch anhand statistischer Signifikanzen, zumindest im Vergleich mit der Versuchsvariante 'NPK', dokumentiert werden konnte.

3.3.1.2.8 Chlorophyllgehalt in den Jahren 1998 und 1999

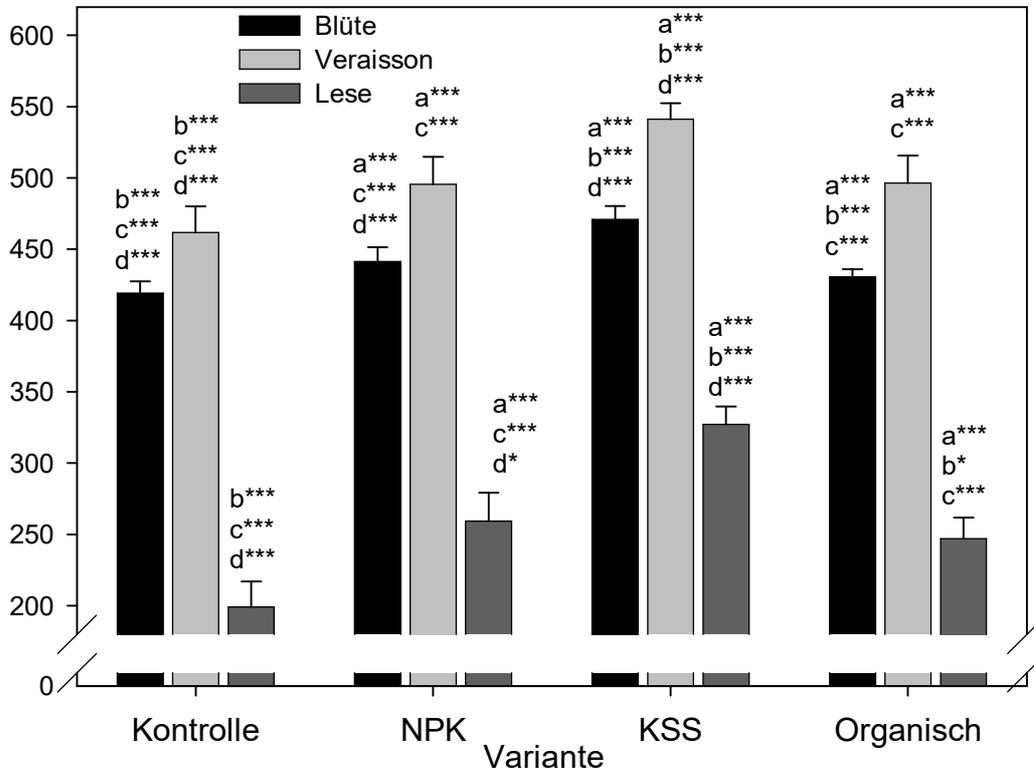
Chlorophyllgehalt
[Vergleichswerte]

Abb. 3312-15: Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die in Abbildung 3312-15 dargestellten Chlorophyllgehalte der Rebblätter zeigten bei allen Reben sämtlicher Versuchsvarianten denselben vegetationsperiodischen Verlauf mit einer Zunahme von der Blüte zur Veraison und einem starken Abfall der Werte zum Lesezeitpunkt. Aufgrund der sehr homogenen Messwerte in jeder Versuchsvariante konnten zahlreiche statistische Signifikanzunterschiede ermittelt werden. Weiterhin zeigte sich, dass die Blätter der Rebstöcke auf der Versuchsvariante 'KSS' zu allen drei Beprobungsterminen die statistisch signifikant höchsten Chlorophyllgehalte aufwiesen. Zum Blütezeitpunkt wurde der statistisch signifikant niedrigste Chlorophyllgehalt bei Rebblättern der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Gleiche Gegebenheiten zeigten sich ebenfalls bei den beiden weiteren Beprobungszeitpunkten Veraison und Lese, bei

welchen ebenfalls die Reben auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' die statistisch signifikant geringsten Blattchlorophyllgehalte aufwiesen. Die Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' zeigten stets ähnliche intermediäre Werte, wobei sich aber ebenfalls zur Blüte und zur Lese statistisch signifikante Unterschiede ergaben. Zum Beprobungszeitpunkt Veraison hingegen konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Blattchlorophyllgehalten der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' ermittelt werden.

Abb. 3312-16 gibt die Ergebnisse der Blattchlorophyllgehaltsbestimmungen der Reben

Chlorophyllgehalt [Vergleichswerte]

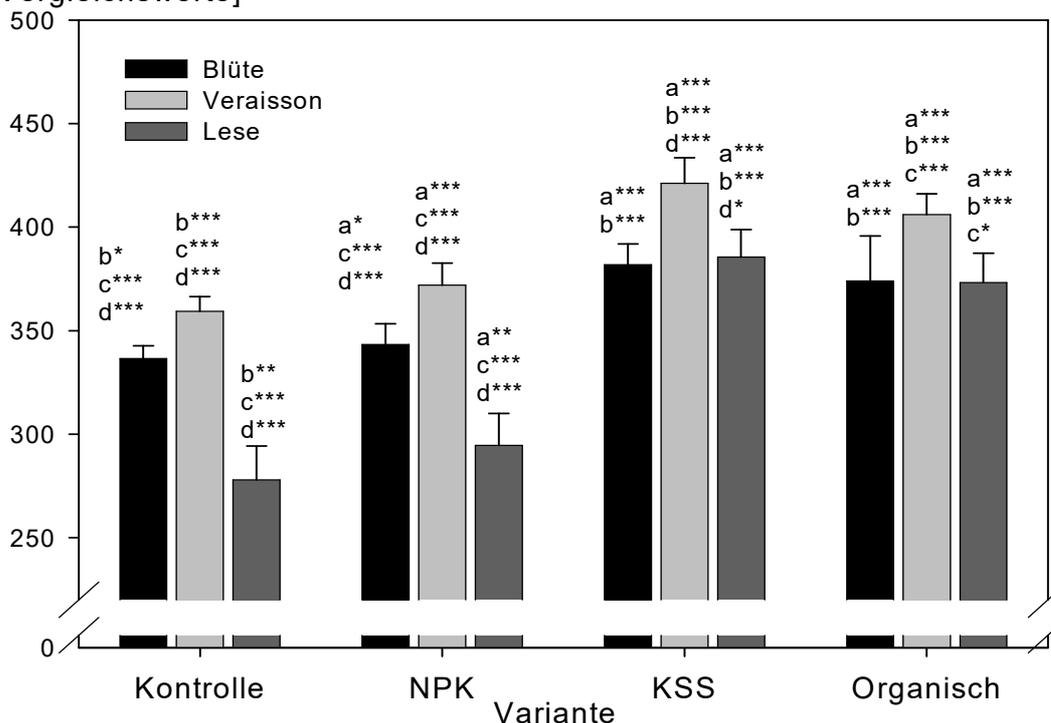


Abb. 3312-16: Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1999, wieder. Wie bereits im Vorjahr wurden hinsichtlich aller drei Beprobungszeitpunkte die statistisch signifikant geringsten Gehalte bei Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Die höchsten Werte wurden stets bei den Reben der Versuchsvariante 'KSS' gemessen. Mit Ausnahme der Blattchlorophyllgehalte zum Zeitpunkt der Blüte, unterschieden sich die Höchstwerte dieser Versuchsvarianten stets statistisch signifikant von allen anderen Vergleichsvarianten. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte zum Zeitpunkt der Rebblüte dahingegen nur im Vergleich mit den Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle'

und 'NPK' festgestellt werden. Die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' zeigten ähnlich hohe, nicht statistisch signifikant unterscheidbare Chlorophyllgehalte. Weiterhin unterschieden sich auch die Reben der Versuchsvariante 'NPK' bei allen Beprobungen statistisch signifikant von den Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'KSS' und 'Organisch'. Die Blattchlorophyllgehalte lagen dabei zwischen denen der Versuchsvariante 'Kontrolle' und denen der Versuchsvariante 'Organisch'. Auch im Falle der zuletzt genannten Versuchsvariante wurden stets statistisch signifikante Unterschiede zu den anderen Versuchsvarianten ermittelt. Eine Ausnahme stellte der bereits beschriebene Vergleich zum Blütezeitpunkt dar. Die Werte der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' lagen zwischen denen der Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS'.

3.3.1.2.9 Beeren- und Traubenparameter in den Jahren 1998 und 1999

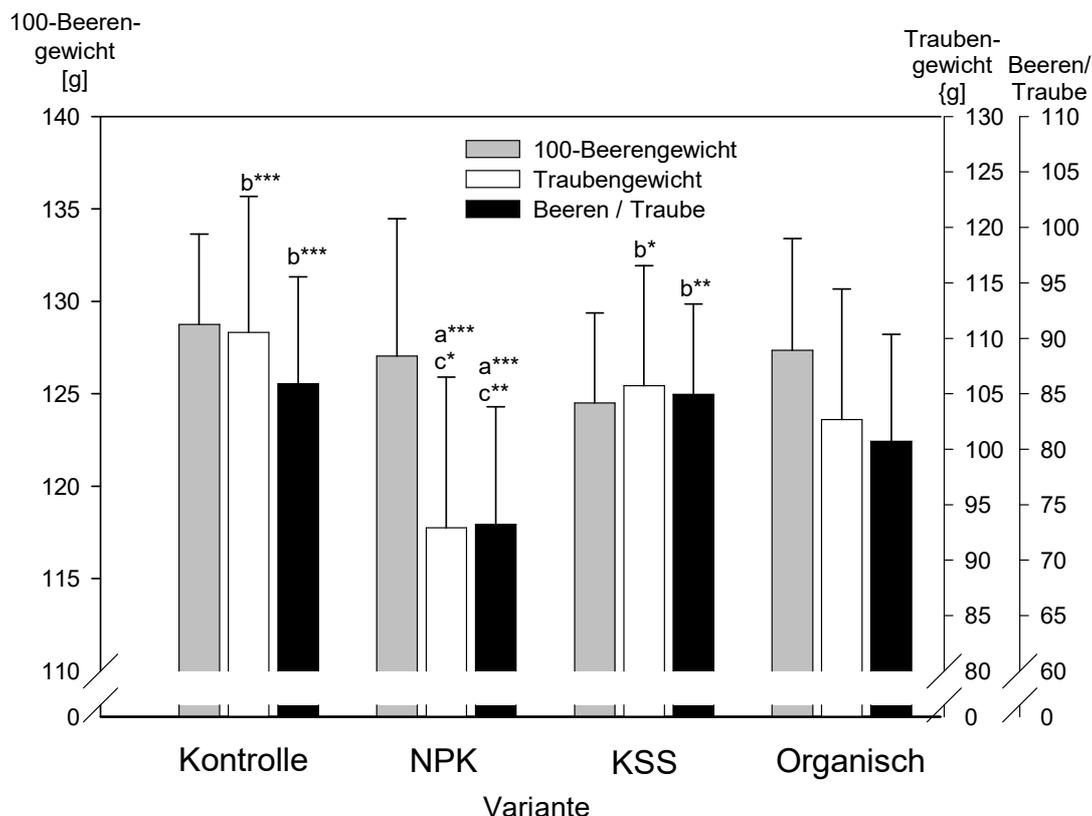


Abb. 3312-17: Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g; Anzahl Beeren/Traube].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)
Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3312-17 sind die Ergebnisse der Erhebung der Beeren- und Traubenparameter 100-Beerengewicht, Traubengewicht sowie der mittleren Anzahl von Beeren je Traube auf der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998, wiedergegeben. Es wird aus dieser Abbildung ersichtlich, dass die Versuchsvariante 'Kontrolle' die höchsten Werte bei allen drei ermittelten Parametern aufwies. Hinsichtlich des Traubengewichts und der Anzahl von Beeren je Traube, unterschied sich diese Versuchsvariante auch statistisch signifikant von der Versuchsvariante 'NPK', für welche in Bezug auf diese Parameter die geringsten Werte aller Versuchsvarianten ermittelt wurden, wodurch sich die Versuchsvariante 'NPK' weiterhin statistisch signifikant von der Versuchsvariante 'KSS' unterschied. Das geringste 100-Beerengewicht wurde im Jahr 1998 auf der Versuchsvariante 'KSS'

festgestellt, wobei sie sich aber nicht statistisch signifikant von den anderen Versuchsvarianten unterschied.

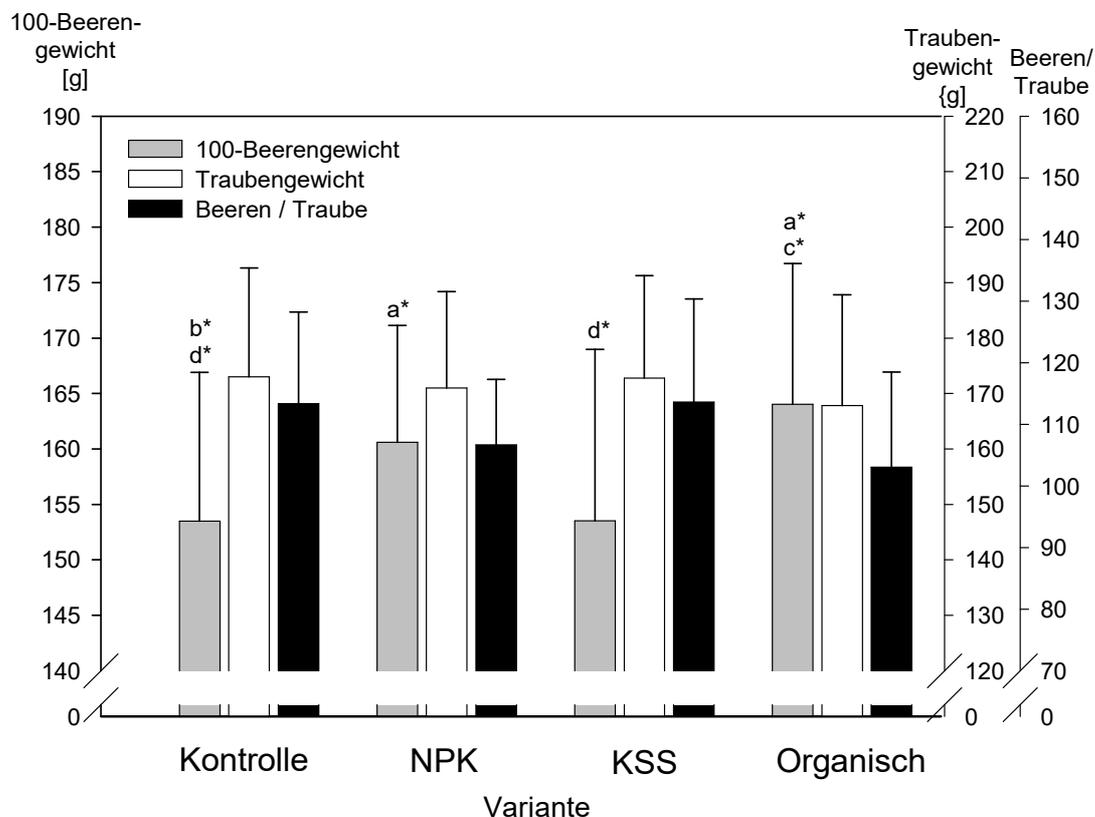


Abb. 3312-18: Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [g; Anzahl Beeren/Traube].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)
Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Deutliche Unterschiede zum Jahr 1998 konnten im Jahr 1999 festgestellt werden, hinsichtlich der ermittelten Beeren- und Traubenparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim, wie aus Abb. 3312-18 ersichtlich ist. Im Jahr 1999 lagen alle Werte insgesamt deutlich höher. Das höchste mittlere 100-Beerengewicht wurde an Reben der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen, wobei die statistische Datenanalyse signifikante Unterschiede zu den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' aufzeigte. Weitere statistisch signifikante Unterschiede in Bezug auf Beeren- und Traubenparameter, wurden im Jahr 1999 nicht festgestellt.

3.3.1.2.10 Mostparameter in den Jahren 1998 und 1999

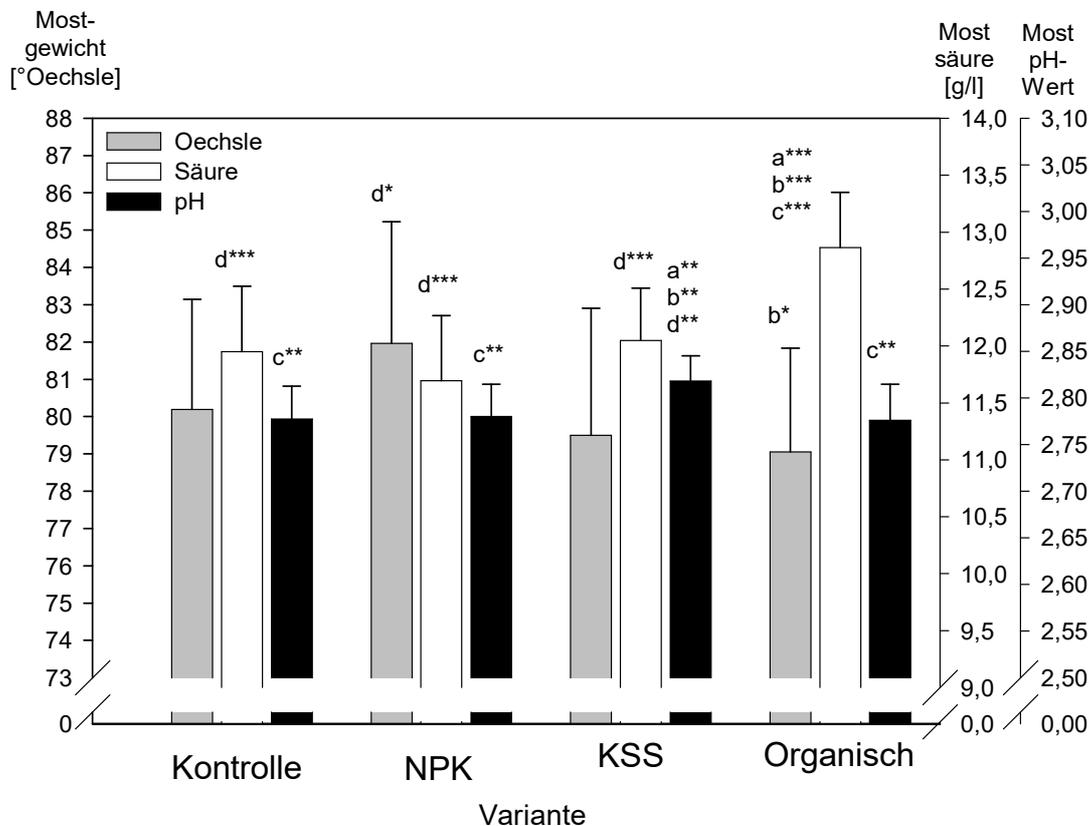


Abb. 3312-19: Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [°Oechsle; g/l].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Aus Abb. 3312-19 sind die Ergebnisse der Erhebung der Mostparameter Mostgewicht, Mostsäure und pH-Wert des Mosts ersichtlich. Das höchste Mostgewicht wiesen die Beeren der Versuchsvariante 'NPK' auf. Verglichen mit der Versuchsvariante 'Organisch' war dieser Unterschied statistisch signifikant. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'KSS' und 'Organisch' unterschieden sich nicht statistisch signifikant hinsichtlich dieses Parameters, der geringste Wert wurde aber für die Versuchsvariante 'Organisch' ermittelt. Weitere statistisch signifikante Unterschiede konnten bei der Mostsäure verifiziert werden. Hier wurde der deutlich höchste Säuregehalt im Most der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen. Bezüglich des pH-Wertes des Mosts zeigten die Reben der Versuchsvariante 'KSS' die statistisch signifikant höchsten Messwerte. Die drei anderen Vergleichsversuchsvarianten wiesen einen nahezu identischen pH-Wert im Most auf.

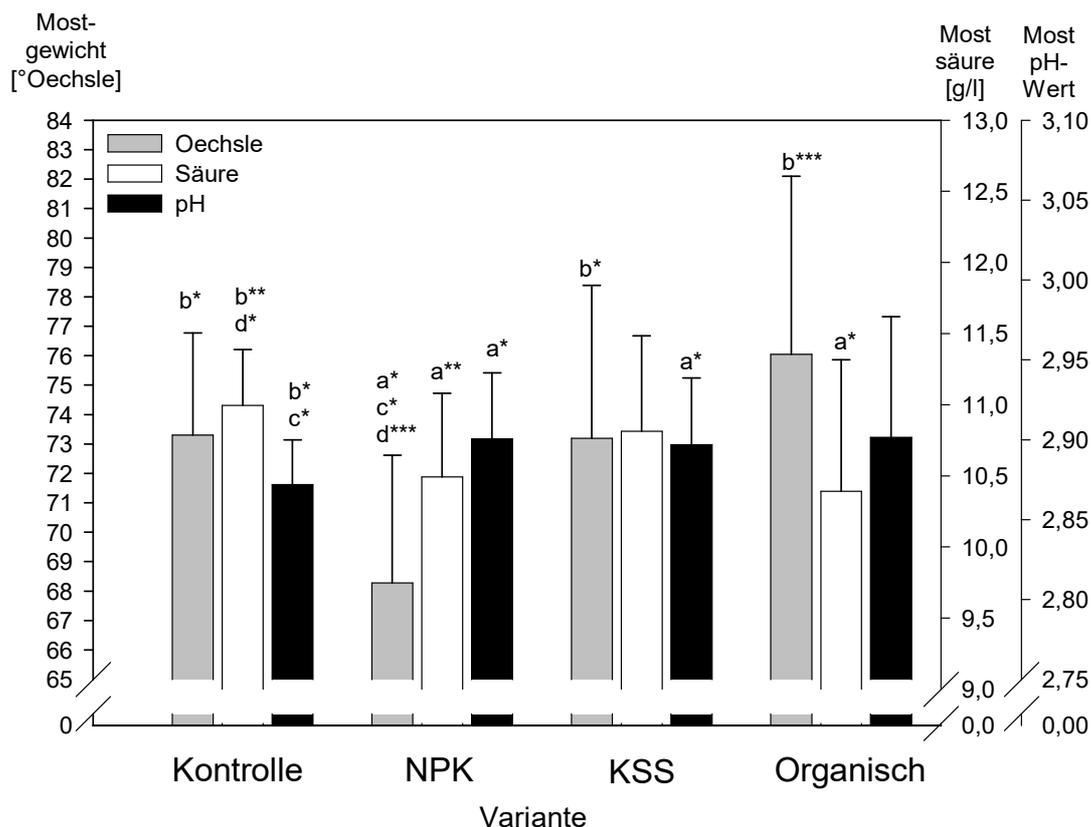


Abb. 3312-20: Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [°Oechsle; g/l].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Im zweiten Untersuchungsjahr, für welches die Analyseergebnisse hinsichtlich der Mostparameter in Abb. 3312-20 graphisch dargestellt sind, wurden zum Vergleichsjahr 1998 konträre Ergebnisse ermittelt. In diesem Jahr wiesen die Beeren der Versuchsvariante 'Organisch' das höchste Mostgewicht auf, wobei der Unterschied nur im Vergleich mit der Versuchsvariante 'NPK' statistisch abgesichert werden konnte. Weiterhin unterschied sich aber die Versuchsvariante 'NPK' in diesem Parameter statistisch signifikant von allen anderen Versuchsvarianten, wobei sie das deutlich niedrigste Mostgewicht aufwies. Der höchste Säuregehalt war im Jahr 1999 auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' zu verzeichnen. Statistisch signifikante Unterschiede bestanden zu den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch'. Letztgenannte Versuchsvariante wies den geringsten Säuregehalt auf. Bezüglich des Most-pH-Wertes wurde der statistisch signifikant geringste Wert bei der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Auch im Vergleich mit der Versuchsvariante 'Organisch' zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' einen geringen pH-Wert, ohne

dass dieser Unterschied aber statistisch abgesichert werden konnte. Die Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' zeigten nahezu identische Werte hinsichtlich des pH-Werts des Mosts.

3.3.1.2.11 Ertragsparameter in den Jahren 1998 und 1999

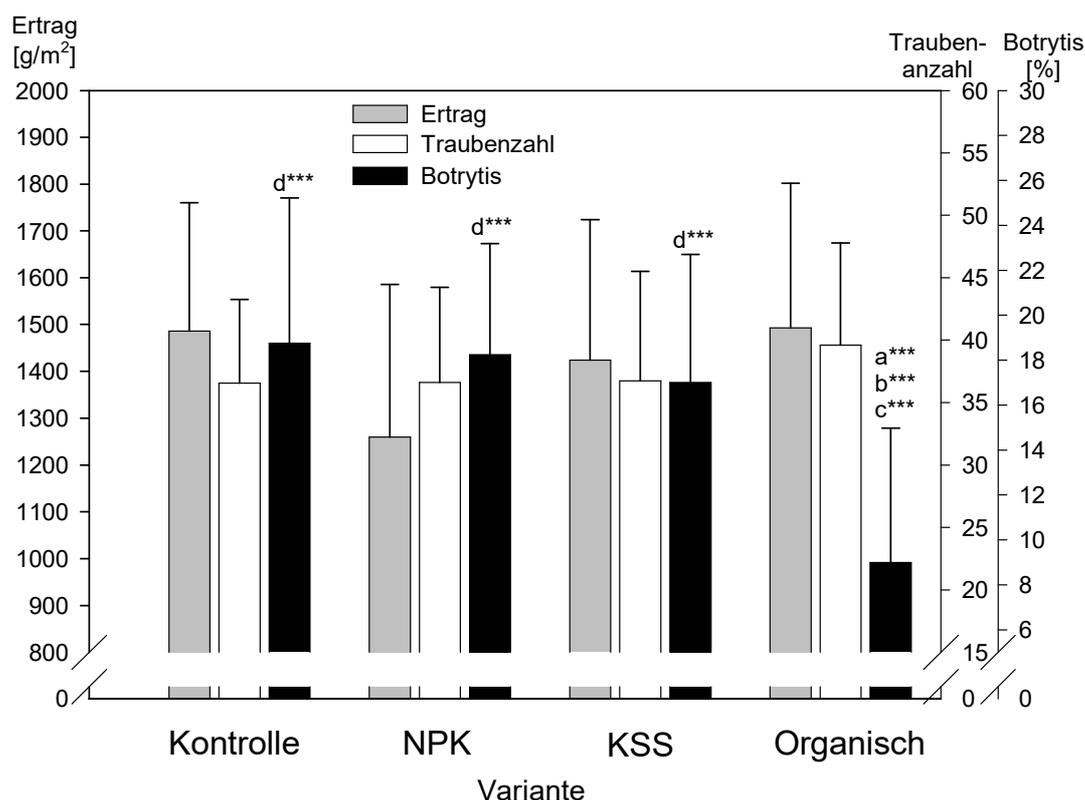


Abb. 3312-21: Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g/m² Standraum Rebe; Anzahl; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Der mittlere relative Ertrag, die Traubenzahl und der Botrytisbefall der Beeren der Reben der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998, sind in Abb. 3312-21 dargestellt. Obgleich nicht statistisch abgesichert, fällt im Falle des relativen Ertrags der im Vergleich aller Versuchsvarianten deutlich geringere Wert der Versuchsvariante 'NPK' auf. Ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede konnten hinsichtlich der mittleren Traubenzahl je Rebstock ermittelt werden. Auch unterscheiden sich die Werte der Versuchsvarianten nur sehr geringfügig. Ein sehr deutlicher Unterschied war beim

Botrytisbefall der Trauben zu verzeichnen. Hier zeigten die Beeren der Reben auf der Versuchsvariante 'Organisch' einen um 8 bis 11 Prozentpunkte geringeren Botrytisbefall als die Beeren der Vergleichsvarianten, was sich auch anhand des hochsignifikanten Ergebnisses der statistischen Analyse nachvollziehen lässt. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' unterscheiden sich dahingegen nur mit einem Prozentpunkt.

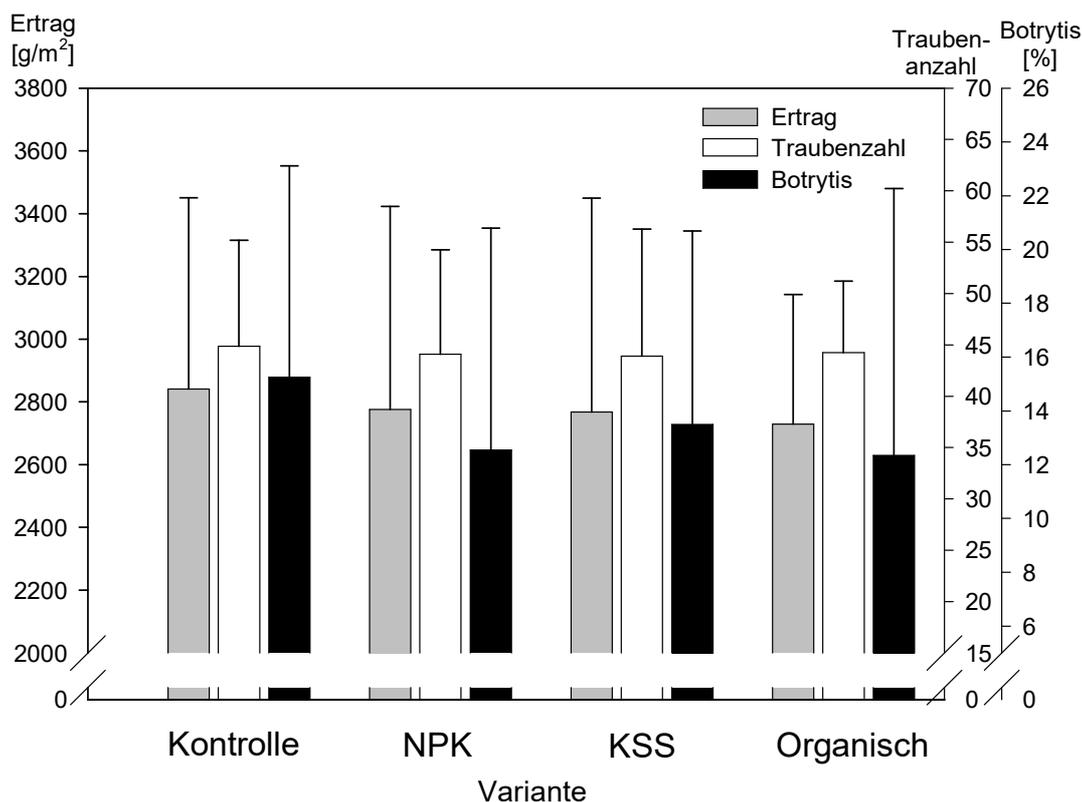


Abb. 3312-22: Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g/m²; Anzahl; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die im Jahr 1999 auf den Versuchsvarianten ermittelten Ertragsparameter, dargestellt in Abb. 3312-22, konnten in keinem Fall statistisch unterschieden werden. Im Vergleich zum Jahr 1998 war der relative Ertrag aber in allen Fällen deutlich höher. Insgesamt lagen die bei relativem Ertrag, Traubenzahl und Botrytisbefall ermittelten Messwerte im Jahr 1999 auf allen Versuchsvarianten annähernd gleich.

3.3.1.2.12 Relativer Ertrag in den Jahren 1998 und 1999

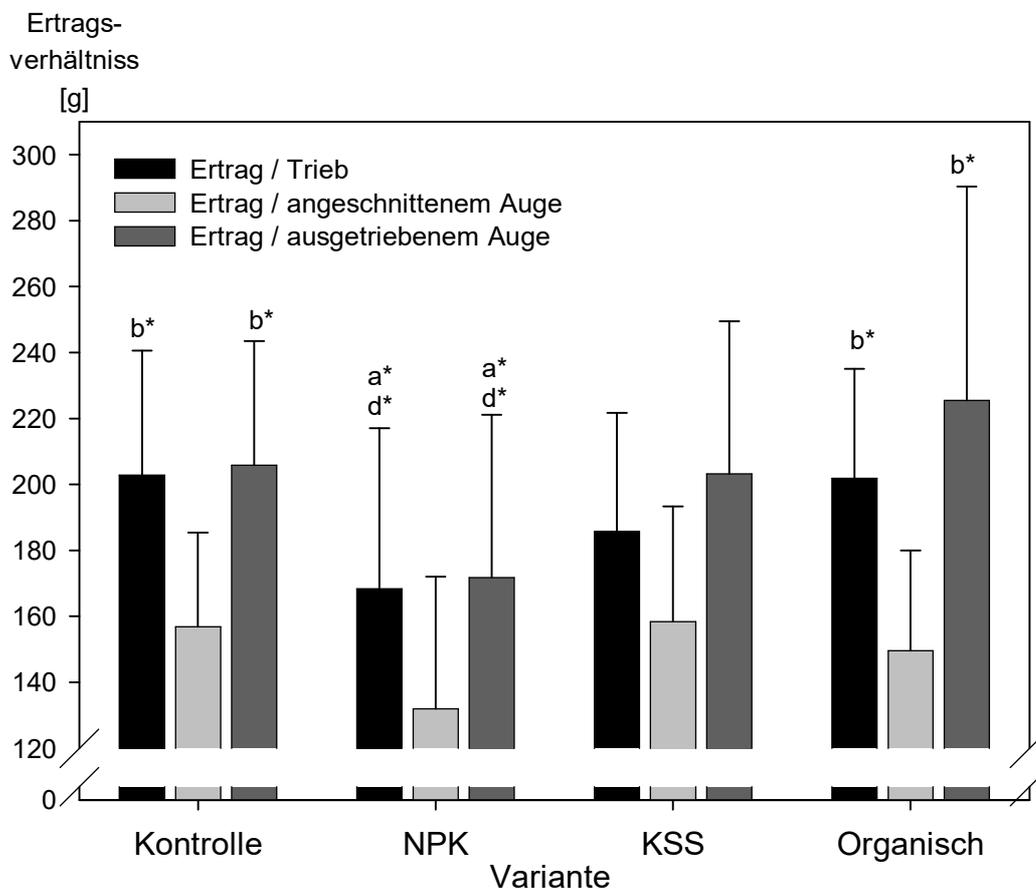


Abb. 3312-23: Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je angeschnittenem Auge und Ertrag je ausgetriebenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g]. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)
Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abbildung 3312-23 gibt die berechneten relativen Erträge je Trieb, je angeschnittenem und je ausgetriebenem Auge, im Jahr 1998, auf der Versuchsfläche Geisenheim wieder. Der mittlere Ertrag je Trieb war auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' im Vergleich zu den beiden Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' höher. Die Versuchsvariante 'NPK' mit dem niedrigsten Ertrag je Trieb unterschied sich dabei von beiden Versuchsvarianten mit hohem Ertrag statistisch signifikant. Auch bei dem berechneten Ertragsverhältnis 'Ertrag je angeschnittenem Auge' wurde der geringste Wert bei Reben der Versuchsvariante 'NPK' gemessen, wobei trotz eines Unterschiedes von 27 g zum Höchstwert (Versuchsvariante 'KSS') keine statistische Signifikanz ermittelt wurde. Wie in den Fällen

der beiden in diesem Kapitel bereits vorgestellten relativen Ertragsparameter, so war auch der Ertrag je ausgetriebenem Auge auf der Versuchsvariante 'NPK' der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998, am geringsten. Statistisch signifikante Unterschiede wies diese Versuchsvariante damit zu den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' auf. Letztgenannte Versuchsvariante zeigte den höchsten Wert hinsichtlich des Ertrags je ausgetriebenem Auge.

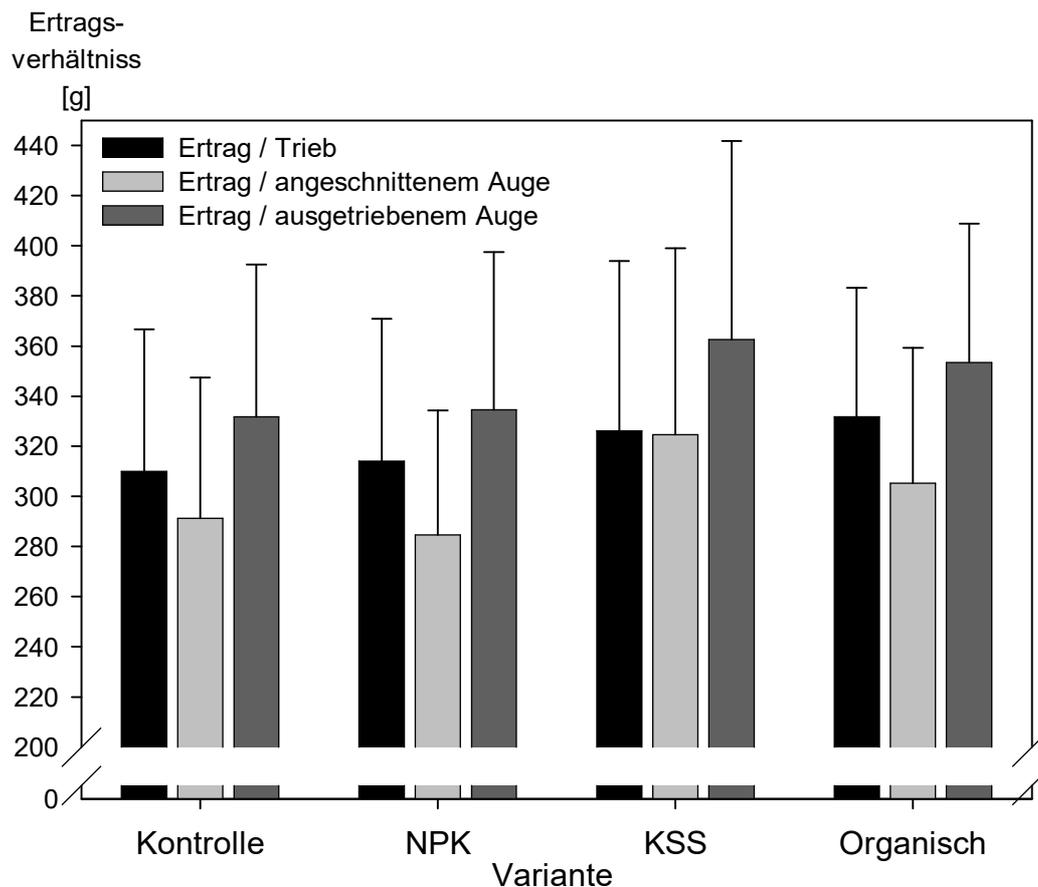


Abb. 3312-24: Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je angeschnittenem Auge und Ertrag je ausgetriebenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [g]. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)
Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Analog zur Abb. 3312-23 sind in Abb. 3312-24 die relativen Ertragsparameter der Versuchsfläche Geisenheim für das Jahr 1999 dargestellt. In diesem Jahr konnte hinsichtlich keines der relativen Ertragsparameter ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden.

3.3.1.2.13 Relative Traubenanzahl in den Jahren 1998 und 1999

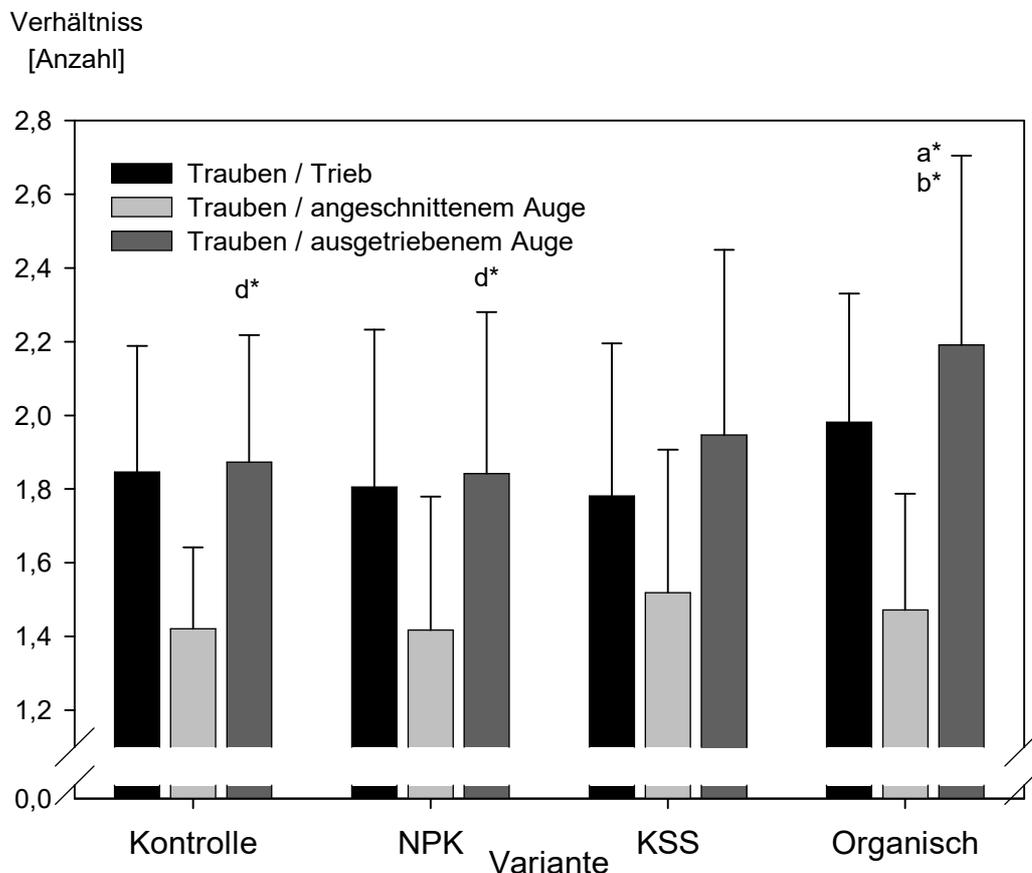


Abb. 3312-25: Relative Traubenanzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Aus Abb. 3312-25 sind die Ergebnisse der Bestimmungen der relativen Traubenanzahlen, also die Traubenanzahl je Trieb, die Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und die Traubenanzahl je angeschnittenem Auge auf der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998, ersichtlich. Hinsichtlich der Anzahl an Trauben je Trieb konnten in diesem ersten Versuchsjahr keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Reben der verschiedenen Versuchsvarianten, der Versuchsfläche Geisenheim, festgestellt werden. Mit Ausnahme der Reben der Versuchsvariante 'Organisch', welche mit 2,0 Trauben je Trieb einen etwas höheren Wert zeigten, wiesen die Reben der Versuchsvarianten mit circa 1,8 einen einheitlichen Wert auf. Auch bei der Anzahl an Trauben je ausgetriebenem Auge waren keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten der

Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998, vorhanden. Die Werte unterschieden sich nur sehr geringfügig zwischen den Versuchsvarianten und lagen im Bereich zwischen 1,41 und 1,51. Bei der Anzahl von Trauben je angeschnittenem Auge konnten hingegen statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Versuchsvariante 'Organisch' einerseits und den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' andererseits, festgestellt werden. Dabei zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' um 15 % bzw. 16 % mehr Trauben je angeschnittenem Auge als die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' bzw. 'NPK'.

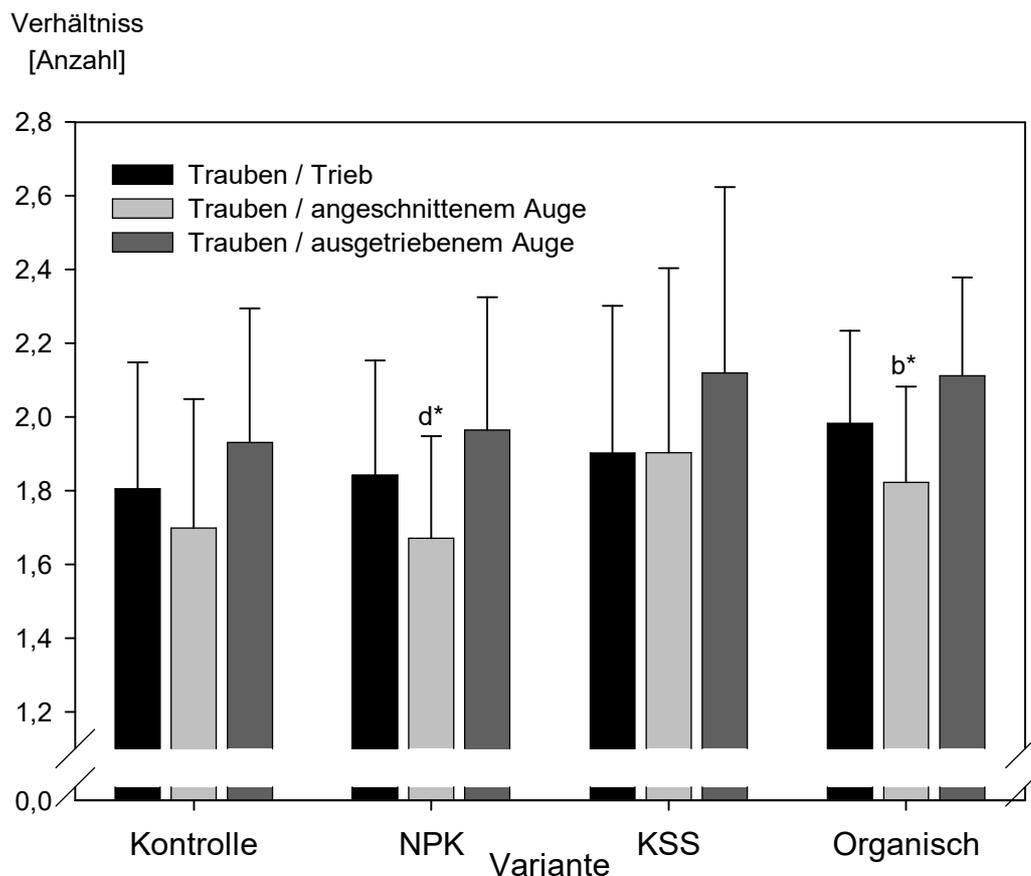


Abb. 3312-26: Relative Traubenanzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die Traubenanzahl je Trieb, die Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge, im Jahr 1999, auf der Versuchsfläche Geisenheim sind in Abb. 3312-26 dargestellt. Wie im Versuchsjahr 1998 bestanden auch im zweiten Versuchsjahr keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Reben der

Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, hinsichtlich der Traubenanzahl je Trieb. Die geringste Anzahl an Trauben je Trieb wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' auf, gefolgt von denen der Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS'. Die höchste Anzahl an Trauben je Trieb war an Reben der Versuchsvariante 'Organisch' festzustellen. Die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' trugen dabei 91,4 % der Traubenanzahl je Trieb der Versuchsvariante 'Organisch'. Im Falle der Anzahl Trauben je ausgetriebenem Auge konnte im zweiten Versuchsjahr ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' und denen der Versuchsvariante 'Organisch' errechnet werden, wobei die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' mit 1,82 Trauben je ausgetriebenem Auge, eine um 8,2 % höhere Anzahl aufwiesen als die der Versuchsvariante 'NPK'. Auch hinsichtlich der Anzahl Trauben je angeschnittenem Auge bestanden im zweiten Versuchsjahr keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Reben der Versuchsvarianten auf der Versuchsfläche Geisenheim. Mit Werten von 2,11 waren die Anzahlen der Trauben je angeschnittenem Auge auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' im Vergleich zu denen der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' um 9 % und 7 % leicht erhöht.

3.3.1.2.14 Teilschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999

Schnittholzgewicht
einjährigen Holz
[g]

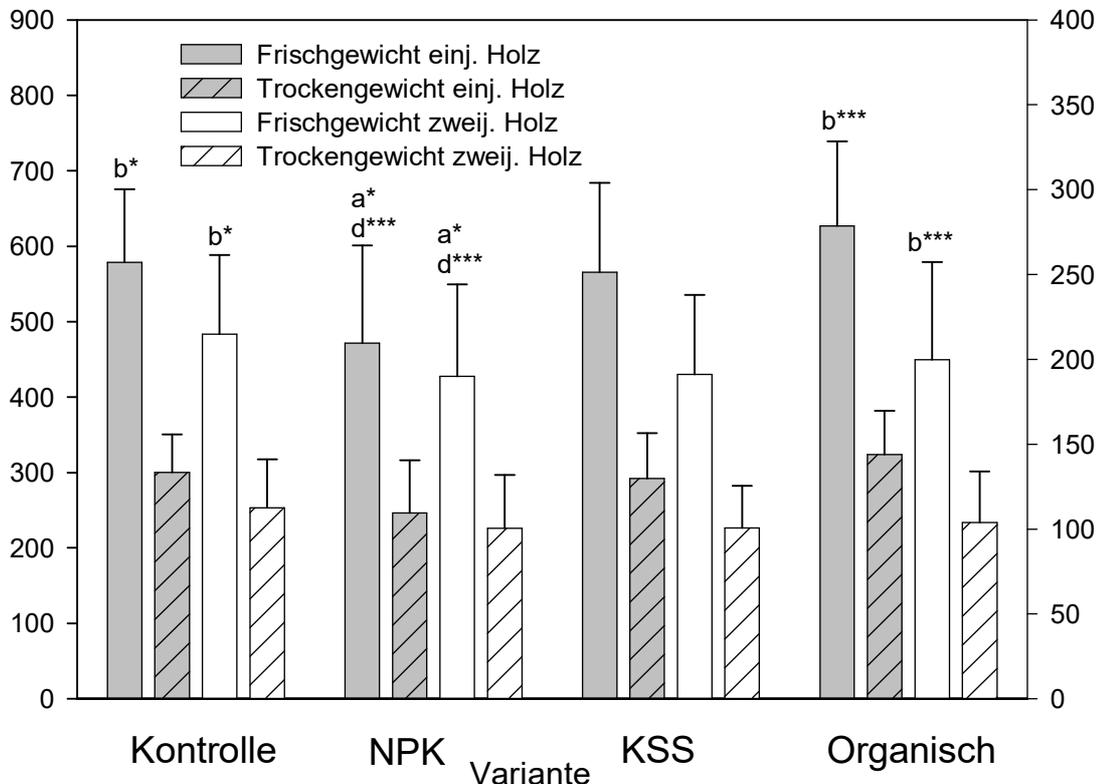


Abb. 3312-27: Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die für die Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998 ermittelten Teilschnittholzgewichte (Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes) sind in Abb. 3312-27 graphisch dargestellt. Das höchste Frischgewicht bei einjährigem Holz konnte dabei bei den Reben der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen werden. Statistisch nicht signifikant geringere Frischgewichte zeigte das einjährige Holz der Rebstöcke der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS'. Die geringste Frischmasse wies die Versuchsvariante 'NPK' auf, welche sich dadurch

statistisch signifikant von den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' unterschied. Die Trockengewichte des einjährigen Holzes der Reben wiesen bei allen Versuchsvarianten ähnliche, statistisch nicht unterscheidbare Werte auf. Statistisch signifikante Unterschiede ließen sich wiederum hinsichtlich des Frischgewichts des zweijährigen Holzes feststellen. Hier zeigten wiederum die Reben der Versuchsvariante 'NPK' signifikant geringere Gewichte, verglichen mit Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch', welche die höchsten Werte aufwiesen. Wie zuvor beim Trockengewicht des einjährigen Holzes, so ließen sich auch im Falle des zweijährigen Holzes keine statistisch signifikant unterscheidbaren Trockengewichte ermitteln.

Schnittholzgewicht einjährigen Holz [g]

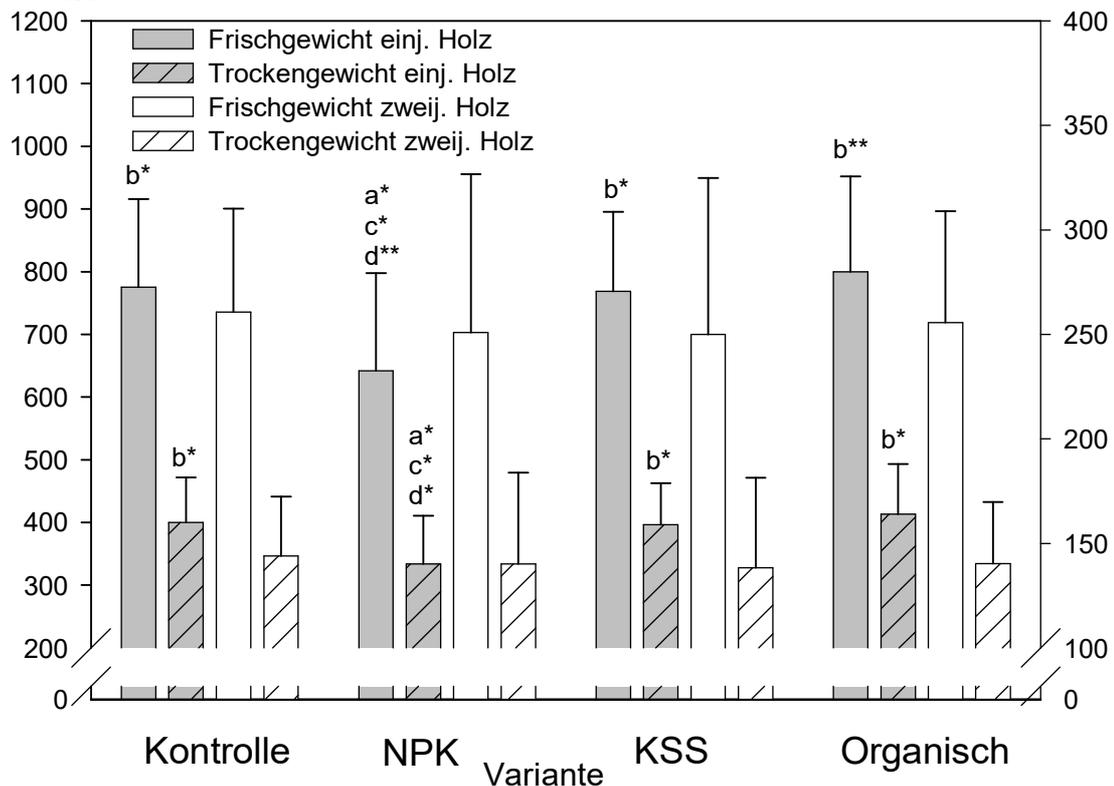


Abb. 3312-28: Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abbildung 3312-28 gibt die Gegebenheiten im Jahr 1999 hinsichtlich der Teilschnittholzgewichte wieder. Auch in diesem Jahr war das Frischgewicht der einjährigen Triebe auf der Versuchsvariante 'Organisch' im Vergleich mit den anderen Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim erhöht, wobei ein statistisch signifikanter Unterschied zum Frischgewicht der einjährigen Triebe der Reben auf der Versuchsvariante 'NPK' bestand. Das Frischgewicht des einjährigen Holzes der letztgenannten Versuchsvariante war das statistisch signifikant geringste aller Versuchsvarianten. Analog zum Frischholzgewicht waren im Jahr 1999 die Gegebenheiten hinsichtlich des Trockengewichts des einjährigen Holzes. Die Reben der Versuchsvarianten zeigten sowohl beim Frisch- als auch beim Trockengewicht des zweijährigen Holzes vergleichbare Werte, statistische Signifikanzen wurden nicht ermittelt.

3.3.1.2.15 Gesamtschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999

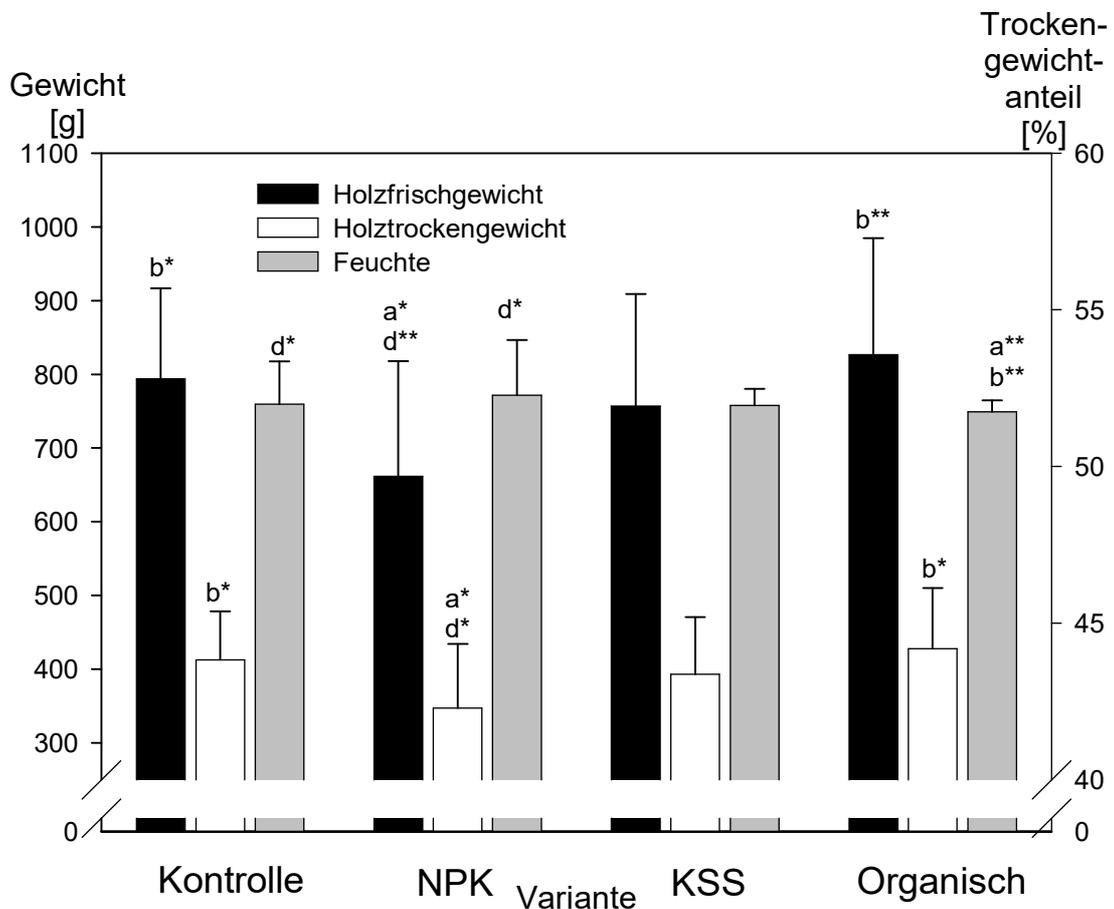


Abb. 3312-29: Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zwei-jährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3312-29 erfolgen die Darstellungen der für die Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998 ermittelten Gesamtschnittholzgewichte, das heißt der Gesamtfrisch- bzw. Trockengewichte der einjährigen und zweijährigen Triebe sowie der Trockengewichtsanteile. Wie aus dieser Abbildung ersichtlich, wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' sowohl die höchsten Holzfrisch- als auch Holz Trockengewichte auf. Die im Vergleich aller Versuchsvarianten geringsten Frisch- und Trockengewichte wurden im Falle der Reben der Versuchsvariante 'NPK' gemessen, wodurch sich diese Versuchsvariante von den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' statistisch signifikant unterschied. Weitere Unterschiede auf einem statistisch signifikanten Niveau wurden nicht ermittelt sowohl hinsichtlich der Holzgewichte als auch in Bezug auf die Trockengewichtanteile.

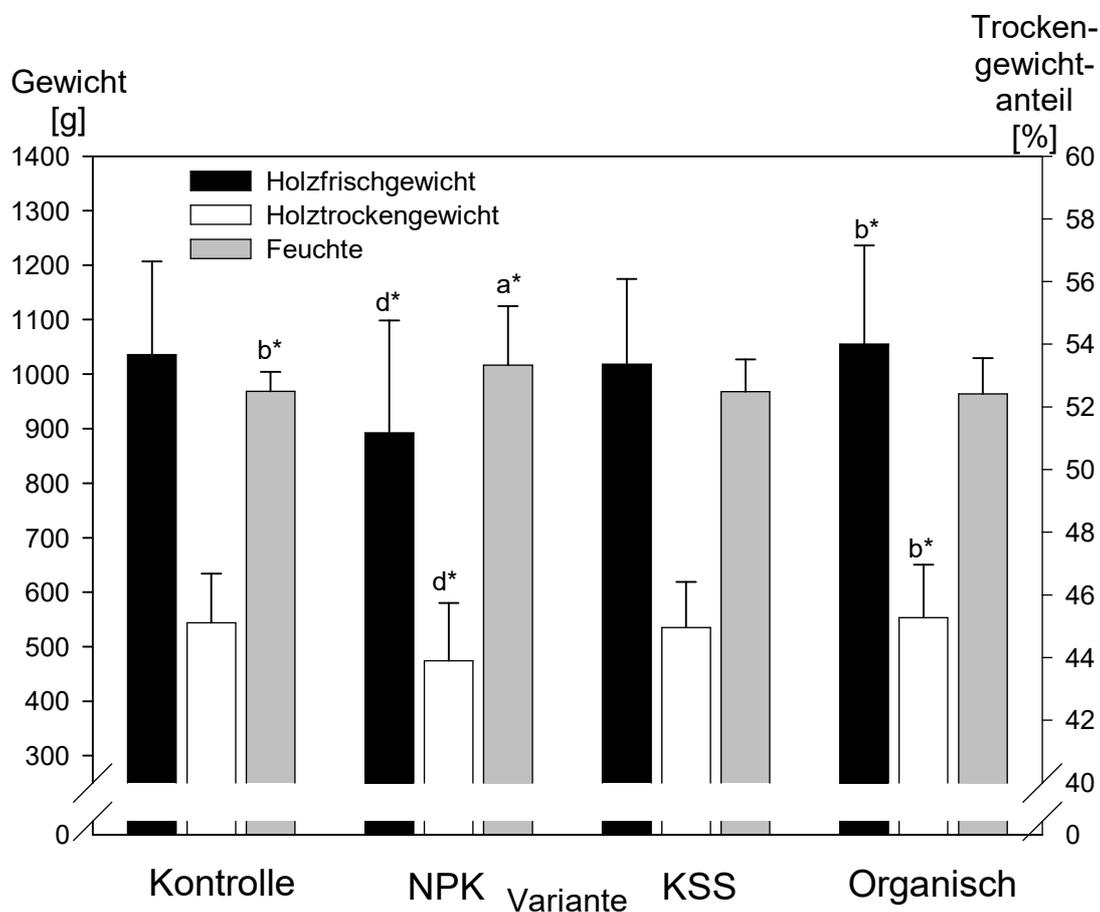


Abb. 3312-30: Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die in Abb. 3312-30 wiedergegebenen Gesamtschnittholzgewichte des Jahres 1999 zeigen im Wesentlichen dieselben Verteilungen wie im Jahr 1998, wenngleich bei insgesamt höheren Gewichten. Wiederum wurden die höchsten Holzgewichte bei Reben der Versuchsvariante 'Organisch', die geringsten bei Reben der Versuchsvariante 'NPK' gemessen. Statistisch signifikante Analyseergebnisse zeigten sich bei Frisch- und Trockengewicht, dabei aber nur beim Vergleich der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch'. Anders als im Jahr 1998 konnte im Jahr 1999 ein statistisch signifikanter Unterschied im Trockengewichtanteil zwischen Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' ermittelt werden, wobei das Holz der Reben auf der Versuchsvariante 'NPK' den höheren Trockengewichtanteil aufwies.

3.3.1.3 Die Wuchsstärke der Reben in den Jahren 1997 bis 1999

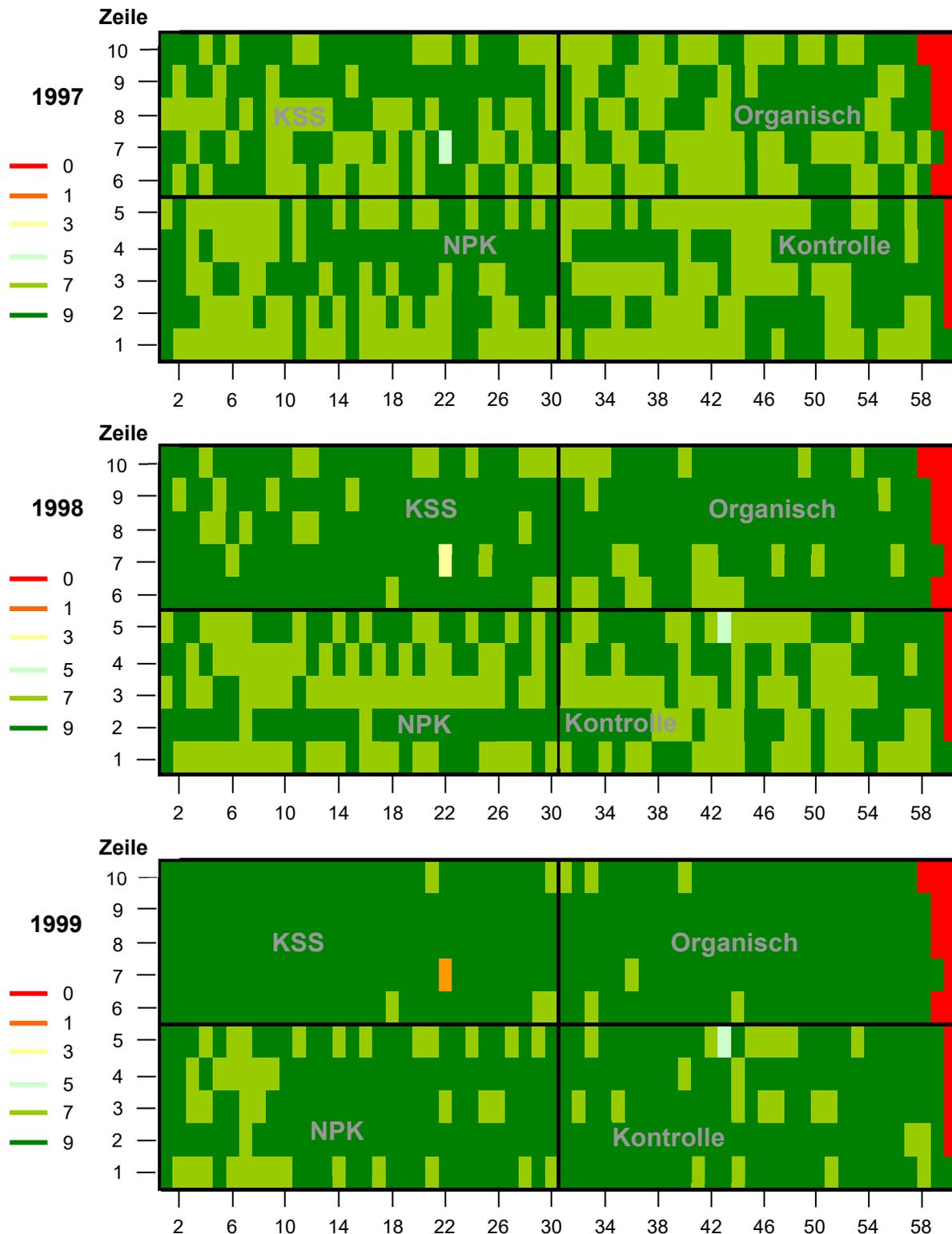


Abb. 3313-1a: Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.

Boniturstufen: 0 = abgestorben oder Fehlstock (Erläuterung siehe Text), 1 = sehr schwacher Wuchs, 3 = schwacher Wuchs, 5 = normaler Wuchs, 7 = guter Wuchs, 9 = sehr guter Wuchs. Mittelwerte, Standardabweichungen, Signifikanzwerte und Stichprobenzahlen der Versuchsvarianten in den Einzeljahren siehe Tab 3331-1.

Tab. 3313-1: Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.

Mittelwerte, Standardabweichungen, Stichprobenzahlen und Signifikanzwerte

Versuchsvariante	Jahr	MW +/- Stab	NPK	KSS	Organisch
			Signifikanzwerte U-Test		
Kontrolle	1997	7,7 +/- 1,6	0,4899	0,0373	0,6377
	1998	7,8 +/- 1,6	0,8548	0,0000	0,0000
	1999	8,4 +/- 1,6	0,1742	0,0001	0,1128
	1997 vs. 1999	0,7 +/- 1,0	0,0750	0,6371	0,1391
NPK	1997	8,0 +/- 1,0		0,1493	0,2533
	1998	8,0 +/- 1,0		0,0000	0,0000
	1999	8,5 +/- 0,9		0,0000	0,0036
	1997 vs. 1999	0,5 +/- 0,9		0,0242	0,0010
KSS	1997	8,1 +/- 1,0			0,0136
	1998	8,6 +/- 0,9			0,1290
	1999	8,9 +/- 0,7			0,0221
	1997 vs. 1999	0,7 +/- 1,0			0,3160
Organisch	1997	7,5 +/- 2,2			
	1998	8,1 +/- 2,3			
	1999	8,3 +/- 2,3			
	1997 vs. 1999	0,9 +/- 1,0			

Die Ergebnisse der Bonituren des Rebwuchses auf Basis von Einzelstöcken auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, in den Jahren 1997 bis 1999, sind in der Abb. 3313-1a und der Tab. 3313-1 dargestellt. Im Jahr 1997, vor Anlage der Düngemittelversuche, also vor der Applikation der Düngestoffe, betrug der Unterschied im mittleren Wuchs der Reben der Versuchsvarianten maximal 0,6 Klassen. Den niedrigsten mittleren Wuchs wiesen mit einem Wert von 7,5 dabei die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' auf. Die höchste mittlere Wuchsklasse wurde mit einem Wert von 8,1 auf der Versuchsvariante 'KSS' festgestellt. Alle Versuchsvarianten zeigten somit im Jahr 1997 im Mittel einen guten bis sehr guten Wuchs der Reben. Statistisch signifikante Unterschiede konnten in diesem Jahr nur zwischen der Versuchsvariante 'KSS' im Vergleich zu den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' festgestellt werden. Bei den in Abb. 3313-1a mit rot markierten Rebstöcken handelt es sich dabei nicht um abgestorbene Rebstöcke, sondern um nicht vorhandene Rebstöcke aufgrund des Flurstückzuschnitts. Bedingt durch den Querverlauf der Anlage und des dahinter liegenden Fahrwegs, ist die Zahl an Rebstöcken in diesen so genannten Spitzzeilen geringer. Wie aus Abb. 3313-1a ersichtlich, konnten im Jahr 1997 auf keiner der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim abgestorbene, sehr schlecht oder schlecht wüchsige Rebstöcke (Boniturklassen

0 bis 3) festgestellt werden. Auch Reben welche mit der Boniturnote 5 (normaler Wuchs) belegt wurden, kamen nur in einem Fall auf der Versuchsvariante 'KSS' vor. Alle anderen der circa 600 Rebstöcke dieser Anlage zeigten einen guten bis sehr guten Wuchs (Boniturklassen 7 und 9). Der höchste Anteil an Reben in der Boniturklasse 7 (guter Wuchs) war im Jahr 1997 mit 52,1 % auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' vorhanden. Etwas weniger Reben dieser Boniturklasse, 50,7 %, wurden auf den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' gezählt. Den geringsten Anteil an Reben in der Boniturklasse 7 zeigte die zukünftige Versuchsvariante 'KSS' mit 41,3 %. Hinsichtlich des Anteils an Reben der Boniturklasse mit dem bestmöglichen Wuchs (Klasse 9) zeigte die Versuchsvariante 'KSS' mit 58 % den höchsten Wert. Dem Anteil an Reben der Wuchsklasse 7 folgend waren auf den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' mit jeweils 49,3 % und der Versuchsvariante 'Kontrolle' mit 47,9 % nahezu gleiche Anteile an Reben in der Wuchsboniturklasse 9 festzustellen.

Wie aus Abb. 3313-1a und Tab. 3313-1 ersichtlich, verbesserte sich der Wuchs der Reben auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' von 1997 bis 1998 um 0,1 Klassen und von 1998 bis 1999 um 0,6 Klassen. Somit betrug die mittlere Wuchsverbesserung auf dieser für den konventionellen Weinbau betriebsüblichen Versuchsvariante der Versuchsfläche Geisenheim, von 1997 bis 1999, 0,7 Klassen. Dabei waren, bezogen auf das Ausgangsjahr 1997 und auf das erste Versuchsjahr, die Unterschiede im mittleren Wuchs der Reben im Vergleich zum zweiten Versuchsjahr 1999 statistisch signifikant höher. Zwischen dem Jahr vor Anlage der Düngemittelversuche 1997 und dem ersten Versuchsjahr 1998 konnte dahingegen kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden. Hinsichtlich der Zugehörigkeit zu einzelnen Wuchsklassen lagen die Anteile in den Jahren 1997 und 1998 bei den Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' relativ gleich. Die Anzahl an Reben der Wuchsklasse 7 ging leicht zurück, der Anteil an Reben in der Wuchsklasse 9 stieg dementsprechend leicht an. Ein Rebstock auf dieser Versuchsvariante wurde im Jahr 1998 der Wuchsklasse 5 zugeordnet. Wie aus Abb. 3331-1a ersichtlich, zeigte dieser Rebstock auch im Jahr 1999 einen etwas schlechteren Wuchs, verglichen mit den anderen Reben dieser Versuchsvariante. Weitere Reben, welche einen ähnlichen oder sogar schlechteren Wuchs aufwiesen, konnten in den Versuchsjahren 1997 bis 1998 auf dieser Versuchsvariante in keinem Fall festgestellt werden. Dahingegen veränderte sich die Anzahl an Reben in den Wuchsklassen 7 und 9 von 1998 bis 1999 sehr stark. So sank die Zahl der Reben der Wuchsklasse 7 von 49,3 % im Jahr 1998 auf 15,1 % im Jahr 1999. Die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' zeigten im Jahr 1999 einen nochmals deutlich besseren

Wuchs, wodurch 84,2 % aller Reben dieser Versuchsvariante der Wuchsklasse 9 zugewiesen wurden, also einen sehr guten Wuchs aufwiesen.

Auch der Wuchs der Gesamtversuchsfläche verbesserte sich in den Jahren 1997 bis 1999. So unterschied sich der Wuchs der Rebstöcke der Gesamtanlage im Jahr 1997 statistisch signifikant vom Wuchs in den Jahren 1998 und 1999. Auch die Verbesserung des Wuchses der Gesamtrebanlage von 1998 bis 1999 war statistisch signifikant. Im Jahr 1997 gehörten alle auf der Versuchsfläche gepflanzten Rebstöcke den Wuchsklassen 5 bis 9 an. Dabei spiegelten sich die für die Versuchsvariante 'Kontrolle' beschriebenen Verhältnisse auch auf der Gesamtanlage wider. Auf die Wuchsklassen 7 und 9 entfielen jeweils circa 50 % der Rebstöcke. Nur ein Rebstock der Gesamtanlage, in der Versuchsvariante 'KSS', wurde mit der Note 5 belegt. Im Jahr 1998 unterschied sich der Wuchs der Gesamtanlage jedoch deutlich von dem der Versuchsvariante 'Kontrolle'. Die Anzahl der Reben in der Boniturklasse 7 lag mit 33,8 % in der Gesamtversuchsfläche um 15,5 Prozentpunkte niedriger als auf der Versuchsvariante 'Kontrolle', die Anzahl der Reben der Boniturklasse 9 mit 65,9 % um 15,9 % höher. Dieser Unterschied war auf die starken Veränderungen auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' zurückzuführen, während sich der Wuchs der Reben der Versuchsvariante 'NPK' zwischen den beiden Versuchsjahren 1997 und 1999 und auch im Vergleich zur Versuchsvariante 'Kontrolle' kaum veränderte bzw. unterschied. Im Jahr 1997, also vor Applikation des Düngers, lag der Anteil der Reben in der Wuchsboniturklasse 7 auf der Versuchsvariante 'NPK' bei 50,7 % und im Jahr 1998, dem ersten Versuchsjahr, bei 52 %. Der Anteil der Reben in der Boniturklasse 9 lag im Jahr 1997 bei 49,3 % und im Jahr 1998 bei 48 %. Dahingegen zeigten die Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' einen Zuwachs im Jahr 1997 zum Jahr 1998, in der Wuchsklasse 9, von 25,3 Prozentpunkte auf 83,3 % (Versuchsvariante 'KSS') bzw. um 33,6 Prozentpunkte auf 82,9 % (Versuchsvariante 'Organisch'). Analog dazu sank die Zahl der Reben in der Wuchsklasse 7 von 41,3 % auf 16 % auf der Versuchsvariante 'KSS' und von 50,7 % auf 82,9 % auf der Versuchsvariante 'Organisch'. Der Wuchs des im Jahr 1997 mit dem Wert 5 bonitierten Rebstocks auf der Versuchsvariante 'KSS' verschlechterte sich bis 1998 weiter (Boniturnote 3). Diese negative Wuchsbeeinträchtigung setzte sich auch ins Jahr 1999 fort, in welchem dieser Rebstock der Boniturklasse 1 zugerechnet wurde. Auf der Gesamtversuchsfläche Geisenheim zeigte in den Jahren 1998 und 1999 nur ein weiterer Rebstock eine ebenfalls geringere Wuchskraft und wurde in beiden Jahren der Boniturklasse 5 zugeordnet (Versuchsvariante 'KSS'; Abb. 3313-1a). Im Jahr 1999 ähnelte der Wuchs der Reben der Gesamtrebanlage wiederum dem der

Versuchsvariante 'Kontrolle'; 12,1 % der Rebstöcke der Gesamtrebanlage wurden zur Wuchsklasse 7, 87,5 % der Reben zu der Wuchsklasse 9 gezählt.

Während auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' im Jahr 1999 nur noch 3,33 % bzw. 4,29 % der Wuchsklasse 7 und dafür 96 % der Wuchsklasse 9 zugeordnet werden konnten, lag der Anteil der Reben in der Wuchsklasse 7 auf der Versuchsvariante 'NPK' bei 25,3 % und der Anteil der Reben in der Wuchsklasse 9 bei nur 74,7 %. Somit zeigten die Reben der Versuchsvariante 'NPK' im Jahr 1998 und 1999 nicht nur einen deutlich schlechteren Wuchs als die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch', sondern auch mehr Reben mit der Wuchsklasse 7 und weniger mit der Wuchsklasse 9 als die Gesamtrebanlage und der Versuchsvariante 'Kontrolle'.

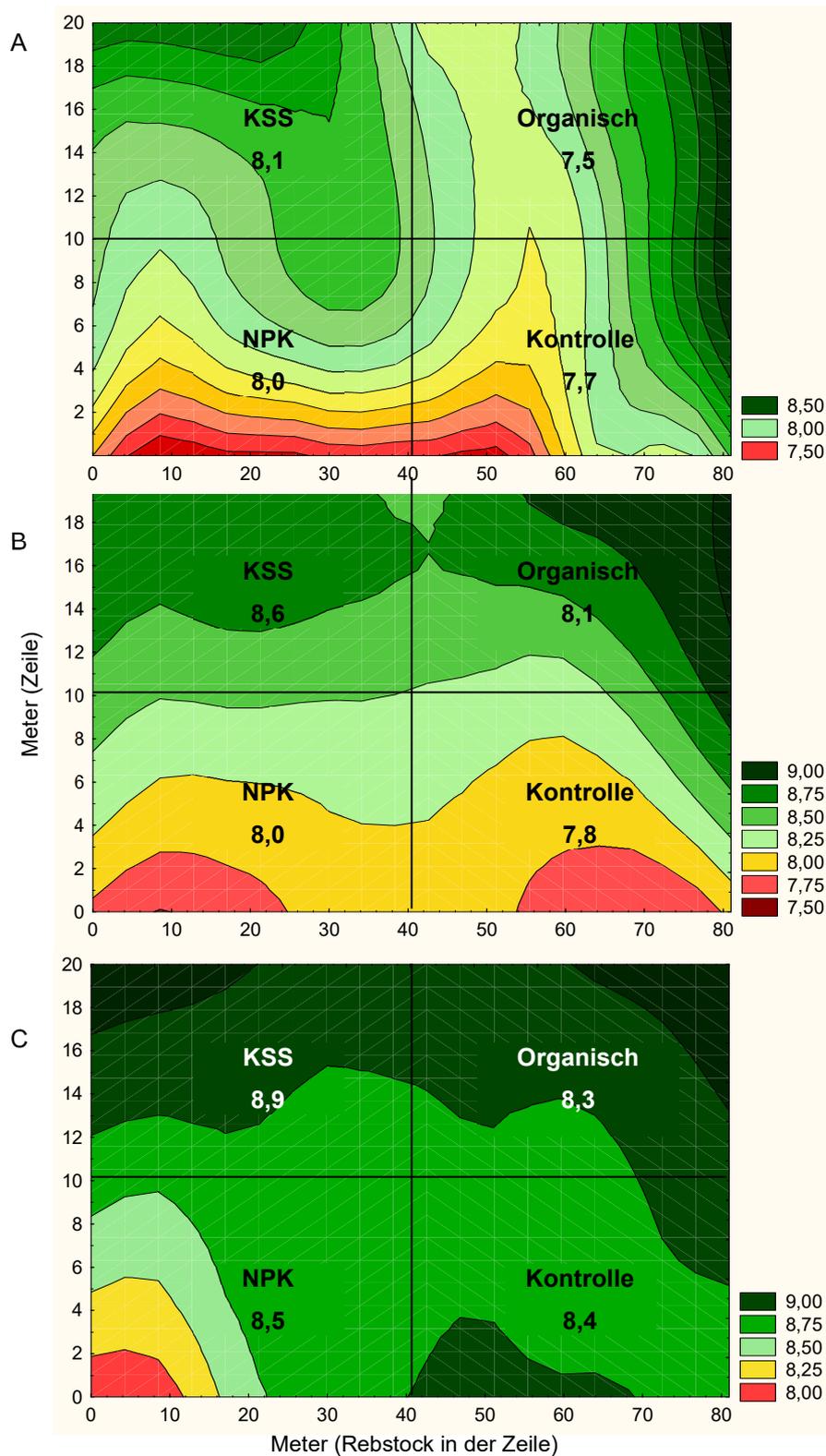


Abb. 3313-1b: Analyse des Rebwachses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.

Versuchsvarianten in den Einzeljahren siehe Tab 3331-1.

Es zeigt sich in der Abb. 3313-1b, dass der im Vergleich zur Versuchsvariante 'KSS' etwas schlechtere Wuchs auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'Organisch' im Jahr 1997 vor allem durch 2 Zonen mit geringerer Wüchsigkeit geprägt wurde. Die erste Zone umfasst den Bereich der unteren Rebzeilen (Meter 0 bis 6; Abb. 3331-1b A) vom Beginn der Rebanlage (Meter 0) bis fast zum Ende (Meter 70) und umfasst so die Versuchsvarianten 'NPK' und 'Kontrolle'. Der zweite Bereich geringeren Wuchses entspringt dem ersten und zieht sich entgegen dem Zeilenverlauf zwischen Meter 40 und 70 durch die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch'. Obgleich die Unterschiede insgesamt bei nur einer Klasse liegen, sind diese Bereiche mit der vorgenommenen Analysemethode klar abgrenzbar. Im Jahr 1998 zeigt die Wuchsklassenanalyse einen deutlich besseren Wuchs auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch'. Der beschriebene im Jahr 1997 ausdifferenzierte zweite Bereich geringerer Wuchskraft besteht in der Versuchsvariante 'Organisch' im Jahr 1998 nahezu nicht mehr. Nur bei Meter 18 bis 20 (Zeile) ist zwischen den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' noch ein Rest dieses Bereichs geringeren Wuchses ausdifferenziert. Dahingegen blieb der erste Bereich geringeren Wuchses (Meter 6; Zeile), welcher sich im Jahr 1997 nahezu über die gesamte Länge der Anlage zog (Meter 0 bis 70; Rebstock in der Zeile), auch im Jahr 1998 bei der Analyse sichtbar. Abb. 3313-1b C zeigt die Analyse des Rebwuchses im Jahr 1999. Während sich der Wuchs der Reben auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'KSS' und 'Organisch' vergleichsweise einheitlich darstellt, zeichnet sich auf der Versuchsvariante 'NPK' weiterhin ein Bereich geringeren Wuchses deutlich ab (Meter 8 Zeile; Meter 20 Rebstock in der Zeile). Zudem wurde keine Rebe auf dieser Versuchsvariante der höchsten Analyseklasse (9) zugeordnet. Vor allem aber aus dem Bereich des geringeren Wuchses begründet sich der bei den Boniturklassenzugehörigkeiten beschriebene schlechtere Wuchs dieser Versuchsvariante.

3.3.1.4 Der Reblausbefall in den Jahren 1998 und 1999

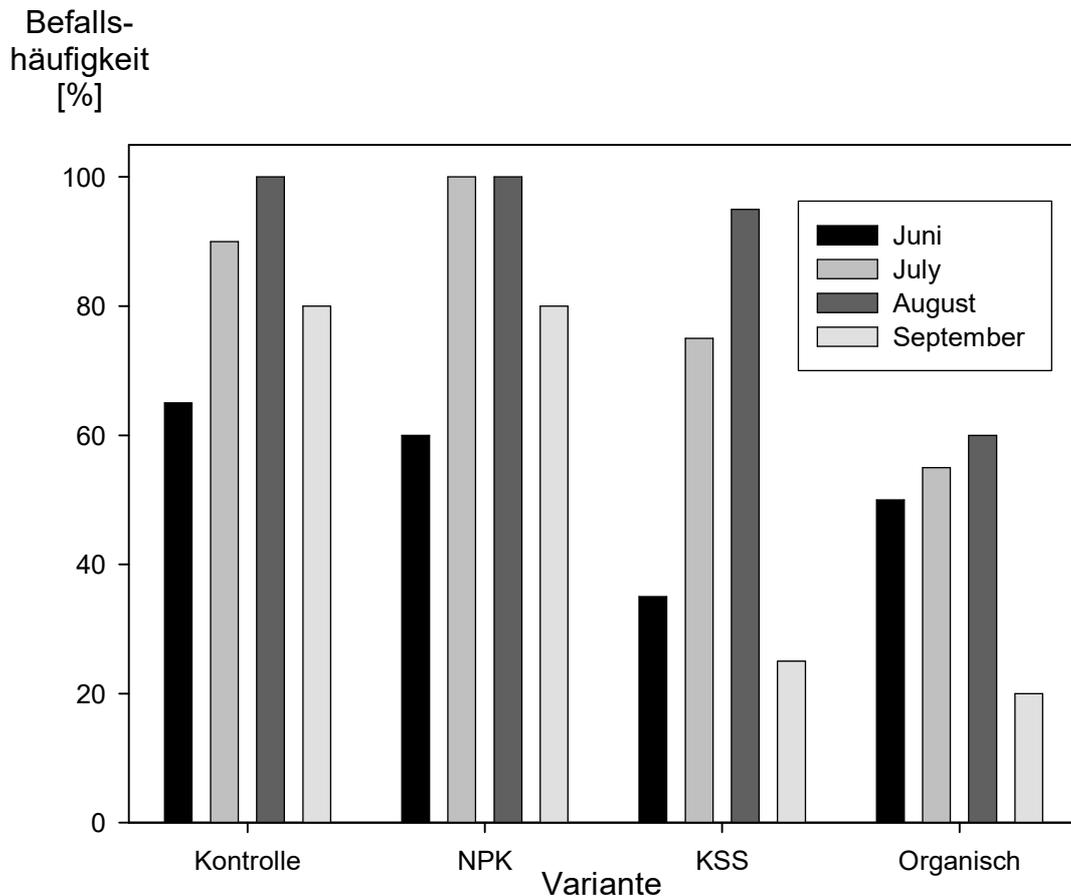


Abb. 3314-1: Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.
n = 20 je Versuchsvariante.

Abb. 3314-1 gibt die Häufigkeit reblausbefallener Rebstöcke auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, in den Monaten Juni bis September des Jahres 1998, wieder. Zu Beginn der Vegetationsperiode im Monat Juni wiesen die Wurzeln der Reben auf der Versuchsvariante 'KSS' den geringsten, die der Versuchsvariante 'Kontrolle' den höchsten Reblausbefall auf. In den beiden Folgemonaten stieg die Zahl reblausbefallener Rebstöcke auf allen Versuchsvarianten an, wobei die höchsten Befallshäufigkeiten an Reben der Versuchsvariante 'NPK' festgestellt wurden. An den Reben dieser Versuchsvarianten waren in beiden Monaten, Juli und August, alle untersuchten Rebstöcke mit Reblaus infiziert. Ebenfalls in beiden Monaten wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' die geringste Anzahl Reben mit aktuellem Reblausbefall aller Versuchsvarianten auf. Gegen Ende der Vegetationsperiode sank die Zahl infizierter Reben auf allen Versuchsvarianten, wobei auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' immer noch 80 % aller untersuchten Reben einen Reblausbefall aufwiesen. Auf den

Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' hingegen war nur noch an 25 % bzw. 20 % aller untersuchten Wurzelsysteme ein Reblausbefall vorhanden.

Befallsintensität

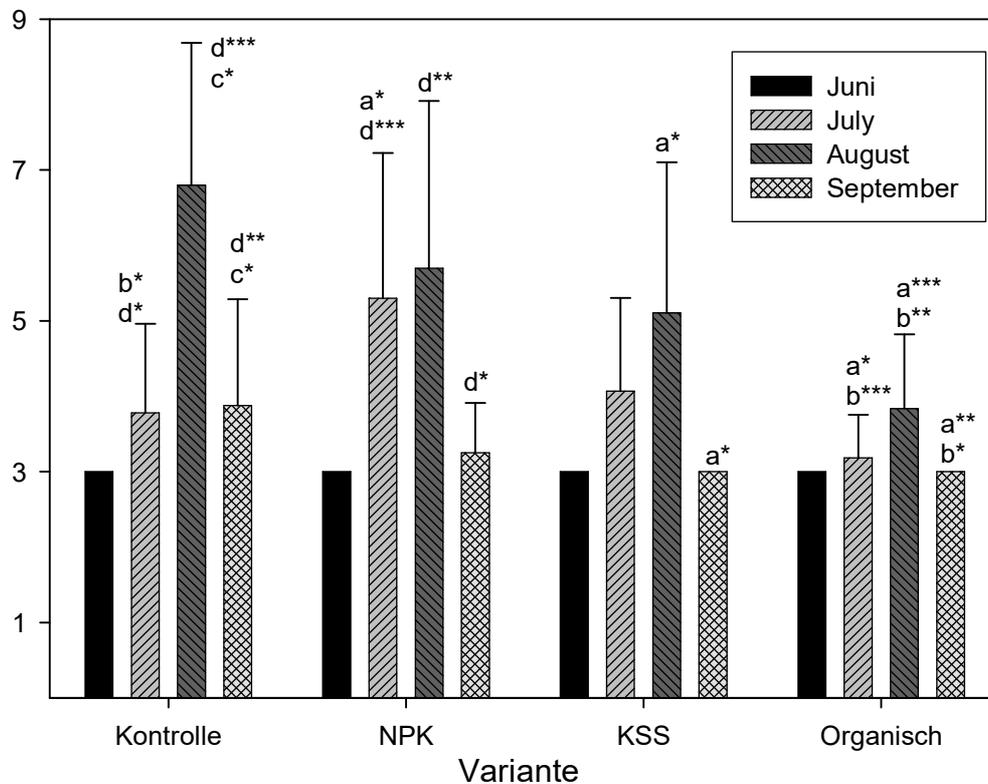


Abb. 3314-2: Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.

n = 20 je Versuchsvariante.

Klasseneinteilung siehe Tab. 23-1

Die mit den in der vorangegangenen Abbildung beschriebenen Befallshäufigkeiten korrespondierenden Befallsintensitäten im Jahr 1998, auf der Versuchsfläche, sind in Abb. 3314-2 dargestellt. Im Monat Juni wurden bei infizierten Rebstöcken aller Versuchsvarianten Befallshäufigkeiten von 3 festgestellt. Im Folgemonat Juli war auf allen Versuchsvarianten ein Anstieg der Befallsintensitäten zu verzeichnen, wobei die geringste Befallsintensität auf der Versuchsvariante 'Organisch' vorlag. Diese nur um 0,2 Klassen, im Vergleich zum Vormonat, erhöhte Befallsintensität unterschied sich statistisch signifikant von denen der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK', welche im Vergleich zum Vormonat um 0,8 bzw. 2,3 Klassen erhöht waren. Aber auch im Vergleich mit der Versuchsvariante 'Kontrolle' wies die Versuchsvariante 'NPK' im Monat Juli eine statistisch signifikant höhere Befallsintensität auf. Ein statistisch signifikanter Unterschied zu dem intermediären Wert der Versuchsvariante 'KSS' bestand in keinem Fall. Weiterhin zeigten die

reblausinfizierten Reben der Versuchsvariante 'Organisch' auch im Monat August die geringste Befallsintensität und unterschieden sich damit statistisch signifikant von denen der Versuchsvariante 'Kontrolle', welche in diesem Monat die höchste Befallsintensität aufwies und der Versuchsvariante 'NPK' mit dem zweithöchsten Wert aller Versuchsvarianten. Im Monat August konnte ebenfalls ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Befallsintensitäten der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' festgestellt werden, dergestalt, dass die Versuchsvariante 'Kontrolle' einen um 1,8 Klassen höheren Wert aufzeigte. Der jahreszeitlichen Entwicklung eines Normaljahres folgend, nahmen die Befallsintensitäten im Monat September auf allen Versuchsvarianten, im Vergleich zum Vormonat, ab. Wiederum wurde die geringste Befallsintensität auf der Versuchsvariante 'Organisch' festgestellt, welche sich auch wiederum statistisch signifikant von denen der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' unterschied. Die Reben der Versuchsvariante 'KSS' wiesen eine ähnlich geringe Befallsintensität auf wie die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' und unterschieden sich damit ebenfalls statistisch signifikant von denen der Versuchsvariante 'Kontrolle', welche wie im Vormonat die höchste Befallsintensität zeigte.

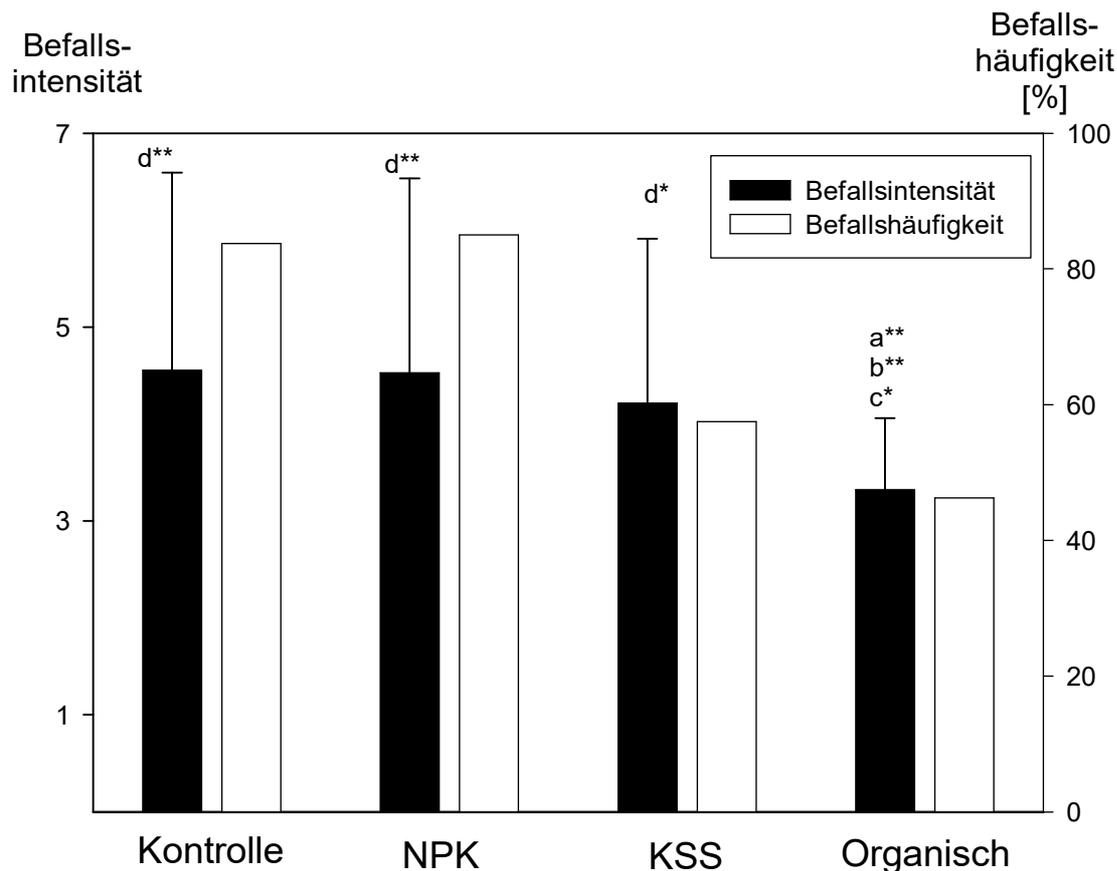


Abb. 3314-3: Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1998 auf der Versuchsfläche Geisenheim.
 n = 20 je Versuchsvariante.
 Klasseneinteilung siehe Tab. 23-1

Abb. 3314-3 zeigt die über die Untersuchungsmonate des Jahres 1998 gemittelten Befallsintensitäten und Befallshäufigkeiten des Reblausbefalls an den Wurzeln der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim. In der Gesamtjahresübersicht bestätigte sich die bei der Betrachtung der Einzelmonatswerte gewonnene Tendenz: Die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' zeigten die statistisch signifikant geringste Befallsintensität aller Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1998. Mit Werten zwischen 4,2 und 4,5 wiesen die Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' ähnliche, statistisch nicht unterscheidbare Werte auf. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' zeigten zudem mit 84 % und 85 % nahezu identische Befallshäufigkeiten. Diese waren auf den Versuchsvarianten 'KSS' (58 %) und 'Organisch' (46 %) im Jahresmittel deutlich geringer.

Befalls-
häufigkeit
[%]

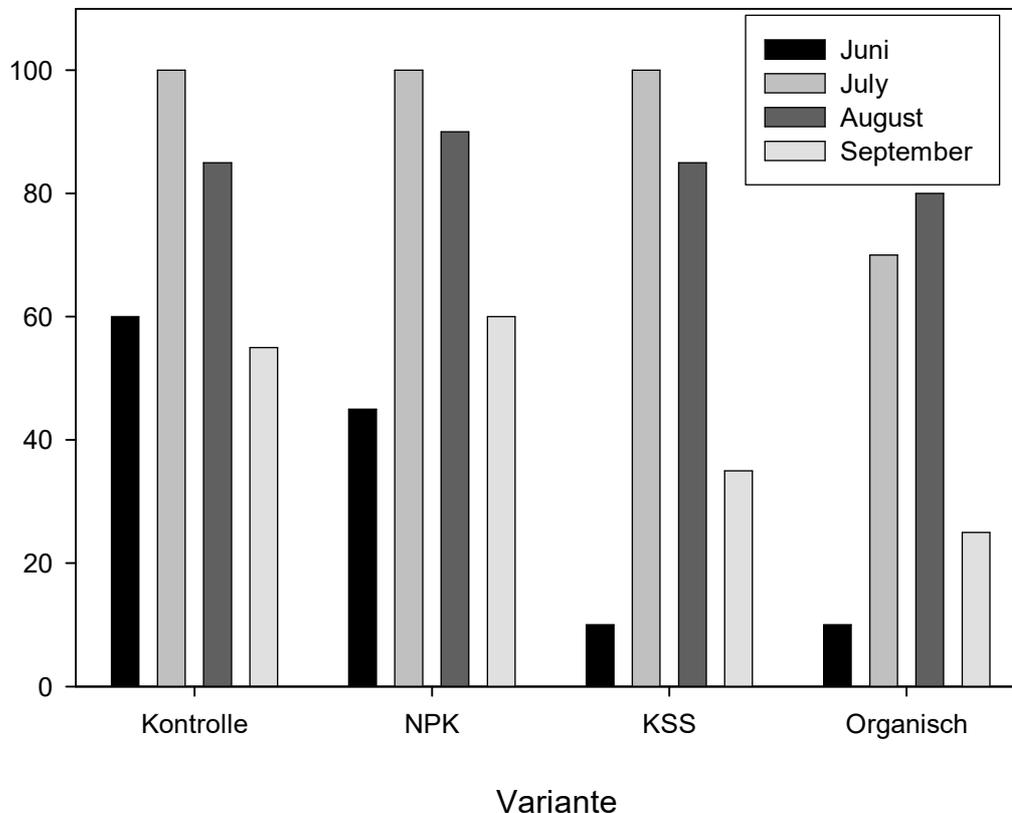


Abb. 3314-4: Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.
n = 20 je Versuchsvariante.

Die im zweiten Versuchsjahr 1999 auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim erhobenen Häufigkeiten des Reblausbefalls an den Wurzeln der Reben, sind in Abb. 3314-4 wiedergegeben. Im Monat Juni wurden auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' mit nur 10 % deutlich geringere Häufigkeiten festgestellt als auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' mit 60 % und 'NPK' mit 45 %. Im Folgemonat Juli war die Befallshäufigkeit auf der Versuchsvariante 'Organisch' wiederum am geringsten. Auf dieser Versuchsvariante wiesen 70 % der untersuchten Reben einen Reblausbefall an den Wurzeln auf, während auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle'; 'NPK' und 'KSS' 100 % befallen waren. Auf diesen drei Versuchsvarianten sank die Zahl der befallenen Reben im Monat August auf 80 % - 85 %, im Vergleich zum Vormonat ab. Auf der Versuchsvariante 'Organisch' hingegen stieg die Befallshäufigkeit nochmals um 10 % an, insgesamt war der Befall auf dieser Variante aber trotzdem um 5 % - 10 % niedriger als auf den anderen Versuchsvarianten. Im September war wie in allen Vormonaten der geringste

Befall ebenfalls auf der Versuchsvariante 'Organisch' festzustellen. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle'; 'NPK' und 'KSS' zeigten alle geringere Werte als im Monat August, die Häufigkeiten lagen allerdings 10 - 35 Prozentpunkte über der der Versuchsvarianten 'Organisch'.

Analog zu den in Abb. 3314-4 abgebildeten Befallshäufigkeiten sind in Abb. 3314-5 die Befallsintensitäten des Reblausbefalls an den Wurzeln der Reben auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim, im Jahr 1999 dargestellt. Wie auch im Falle der Befallshäufigkeiten zeigte die Versuchsvariante 'Organisch' in den Monaten Juni bis August die geringsten Werte hinsichtlich der Befallsintensität reblausbefallener Rebstöcke. Im Monat Juni war die Befallsintensität auf der Versuchsvariante 'KSS' gleich hoch als auf der Versuchsvariante 'Organisch', die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' zeigten leicht höhere Werte (0,3 bzw. 0,4). Größere Unterschiede zwischen den

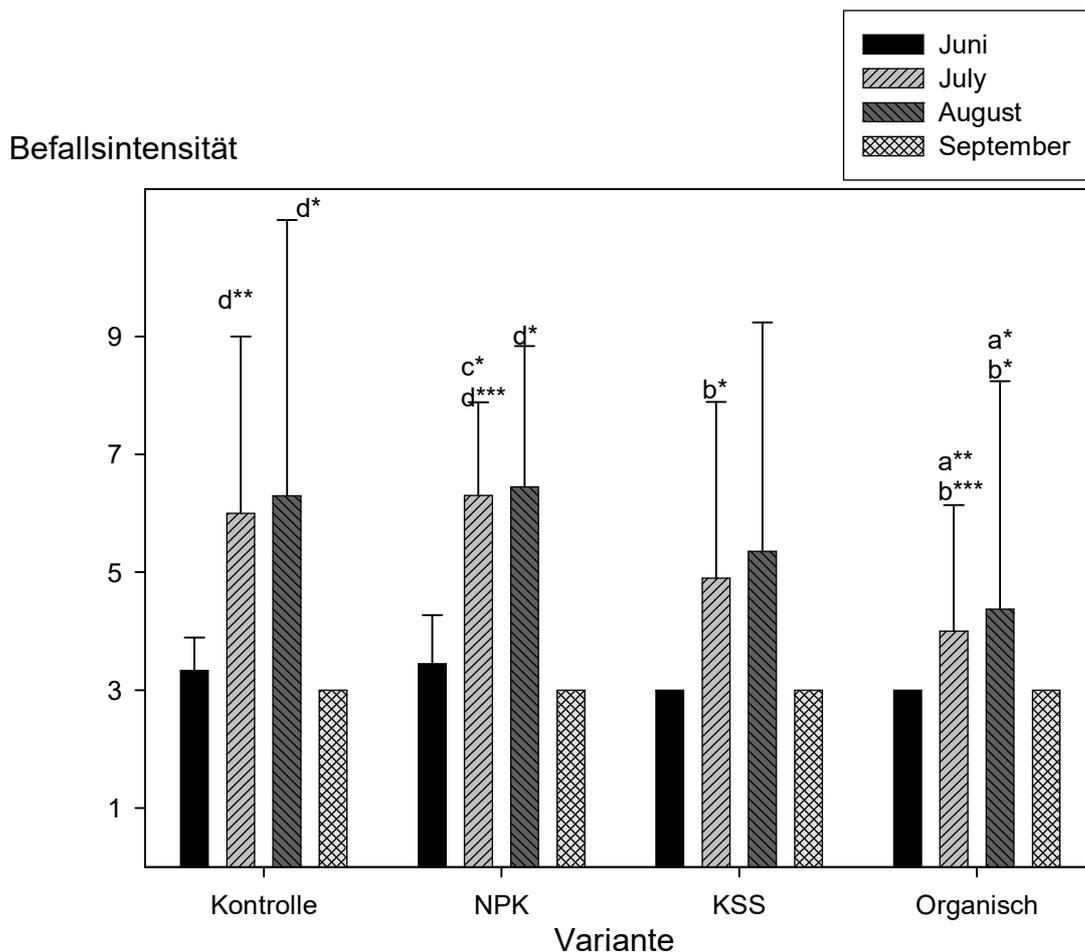


Abb. 3314-5: Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.

n = 20 je Versuchsvariante.

Klasseneinteilung siehe Tab. 23-1

Versuchsvarianten wurden im Monat Juli festgestellt. In diesem Monat unterschied sich die Versuchsvariante 'Organisch' mit einer Befallsintensität von 4,0 statistisch signifikant von den Versuchsvarianten 'Kontrolle' (6,0) und 'NPK' (6,3). Zudem zeigte die Versuchsvariante 'NPK' einen statistisch signifikant höheren Wert als die Versuchsvariante 'KSS' (4,9). Dieser statistisch signifikante Unterschied bestätigte sich im Folgemonat nicht. Im Monat August unterschied sich wiederum lediglich die Versuchsvariante 'Organisch' durch eine geringere Befallsintensität von den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' statistisch signifikant. Von der August- bis zur Septemberbeprobung sanken die Befallsintensitäten auf allen Versuchsvarianten ab. Im Jahr 1999 wiesen die Reben aller Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim eine identische Befallsintensität von 3 auf.

Abb. 3314-6 gibt die Gesamtbefallsintensitäten und -häufigkeiten der Monate Juni bis September, im Jahr 1999, der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim wieder.

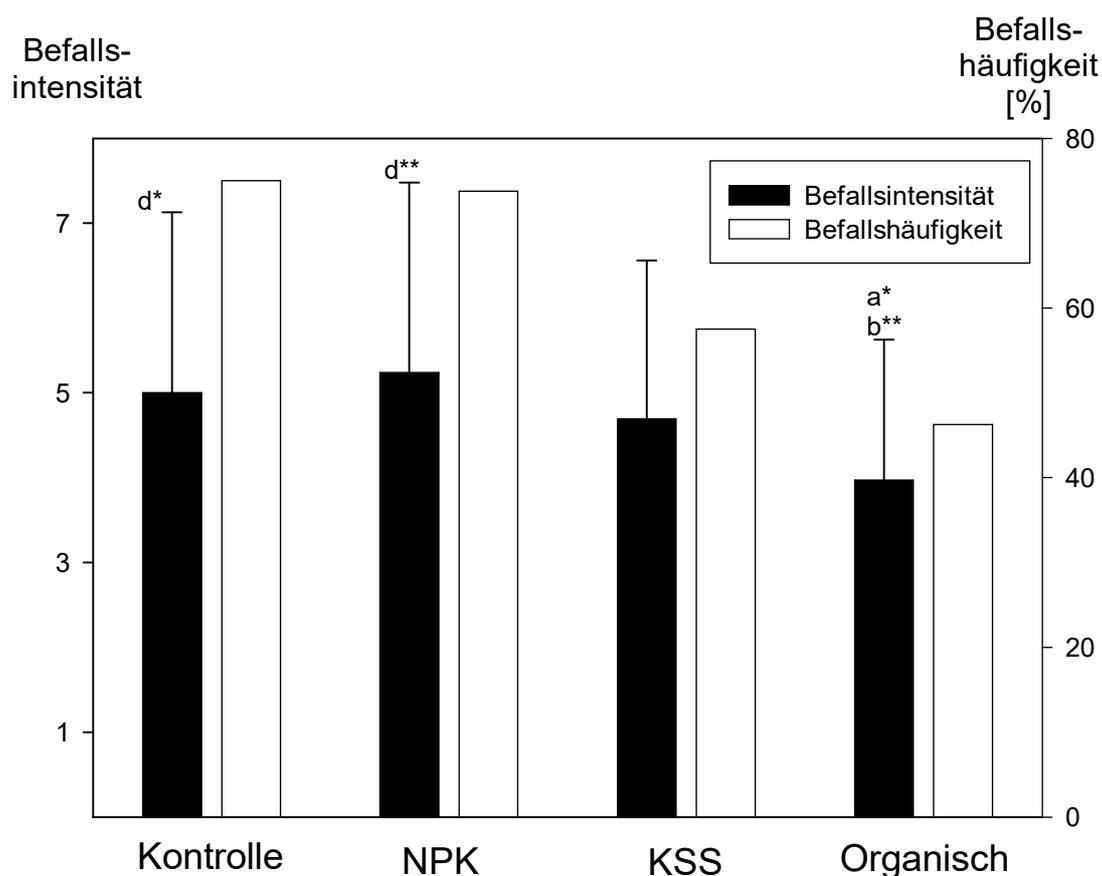


Abb. 3314-6: Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1999 auf der Versuchsfläche Geisenheim.

n = 20 je Versuchsvariante.

Klasseneinteilung siehe Tab. 23-1

Anders als im Jahr 1998 unterschied sich die Versuchsvariante 'Organisch' nicht statistisch signifikant von der Versuchsvariante 'KSS' hinsichtlich der Befallsintensität. Nur im Vergleich zu den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' war die Befallsintensität der Versuchsvariante 'Organisch', mit einem Wert von 3,98 um 1,03 bzw. 1,27 Klassen, statistisch signifikant niedriger. Ähnlich wie im Jahr 1998 zeigten die Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' niedrigere Werte hinsichtlich der Befallshäufigkeit. Während auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' 75 % bzw. 73 % der Reben im Jahresmittel mit Reblaus befallen waren, war Ihre Zahl auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' um circa 17 - 29 Prozentpunkte geringer.

3.3.2 Die Versuchsfläche Kiedrich 1

3.3.2.1 Die Nährstoffversorgung

3.3.2.1.1 Bodennährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999

pH Wert
des Bodens

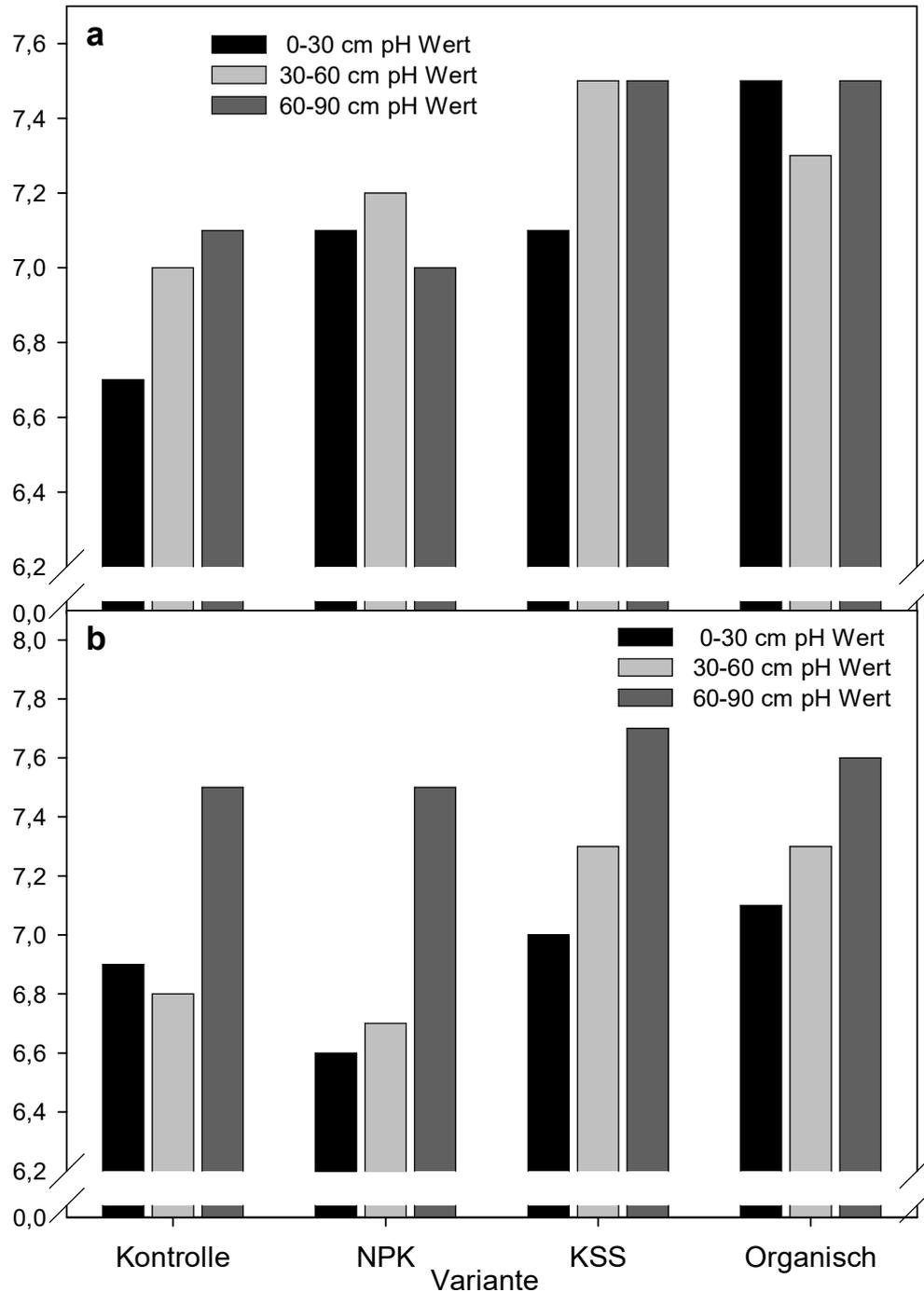


Abb. 3321-1: Boden-pH-Werte der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm.

a: 31.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Abb. 3321-1 zeigt die mittleren Boden-pH-Werte der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, in den Jahren 1998 und 1999, in den Bodentiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm. Im Jahr 1998 war in der oberen Bodenschicht der pH-Wert auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' am niedrigsten. Der höchste pH-Wert wurde auf der Versuchsvariante 'Organisch', mit 7,5 gemessen. In einer Tiefe von 30 - 60 cm war der pH-Wert auf der 'Kontrolle' wiederum am geringsten. Die Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten waren mit 0,5 Einheiten geringer als in der obersten Bodenschicht. Der niedrigste pH-Wert in dieser Tiefenstufe lag mit 7,0 auf der Versuchsvariante 'Kontrolle', der höchste mit einem Wert von 7,5, auf der Versuchsvariante 'KSS' vor. Auch in einer Tiefe von 60 - 90 cm war der pH-Wert auf diesen Versuchsvarianten mit 7,5 am höchsten. Ebenso auf der Versuchsvariante 'Organisch'. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle' (pH 7,1) und 'NPK' (pH 7,0) wiesen geringere Werte auf. Im Jahr 1998 waren die pH-Werte in den oberen beiden Bodenschichten bei allen Versuchsvarianten niedriger. Eine Ausnahme bildete die betriebsübliche Versuchsvariante 'Kontrolle'. Bei ihr stieg der pH-Wert in der obersten Bodenschicht leicht an. In einer Bodentiefe von 60 - 90 cm Tiefe stiegen die pH-Werte dahingegen bei allen Versuchsvarianten im zweiten Versuchsjahr an. Am stärksten war diese Erhöhung auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK'. Hier stieg der pH-Wert um 0,4 bzw. 0,5 Einheiten an. Damit war der pH-Wert in dieser Bodentiefe auch deutlich erhöht, im Vergleich zu den beiden oberen Bodenschichten. Im Jahr 1998 war dieser Unterschied geringer.

Humusgehalt
des Bodens
[%]

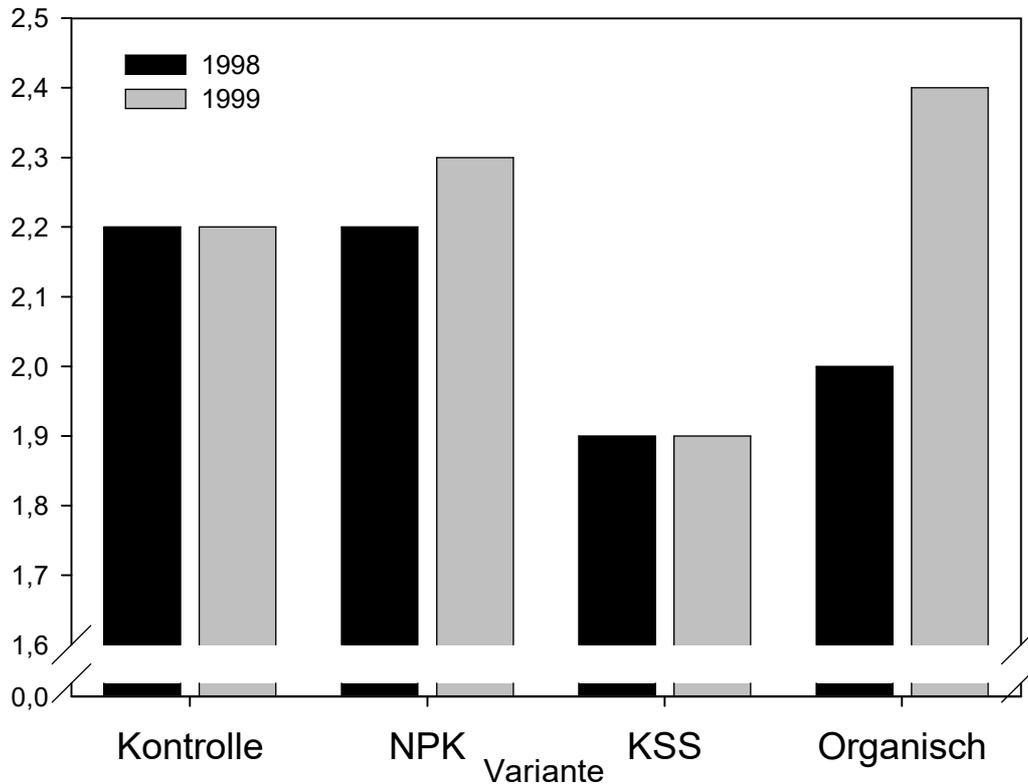


Abb. 3321-2: Humusgehalt des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in einer Tiefe von 1 - 30 cm [%].

Stichprobenzahl: 10

Die Humusgehalte der Böden der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, in den Jahren 1998 und 1999, sind in Abb. 3321-2 wiedergegeben. Wie aus der Abbildung ersichtlich, zeigten vor Versuchsbeginn im Jahr 1998 die Böden der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK', mit 2,2 % die höchsten Humusgehalte. Auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' lagen die Werte bei 1,9 % bzw. 2 %. Auf der betriebsüblichen Versuchsvariante 'Kontrolle' veränderte sich dieser Wert auch im Jahr 1999 nicht. Auch auf der Versuchsvariante 'KSS' war keine Veränderung im Humusgehalt festzustellen. Dahingegen zeigten die Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' eine Zunahme um 0,1 bzw. 0,4 Prozentpunkte.

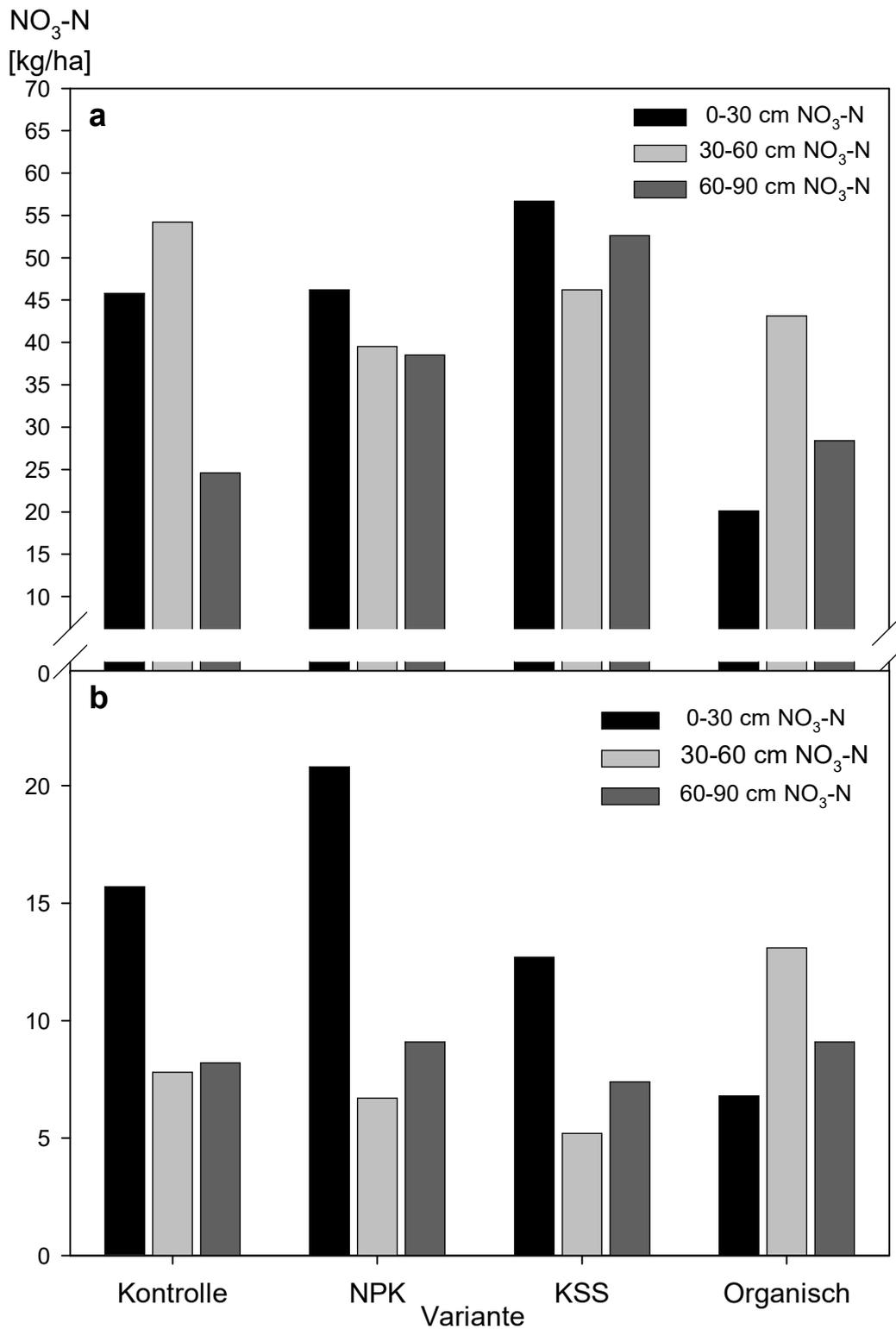


Abb. 3321-3: Stickstoffgehalt (NO₃-N) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [kg/ha].

a: 31.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Die in Abb. 3321-3 dargestellten Stickstoffgehalte ($\text{NO}_3\text{-N}$) wurden in den Tiefenstufen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm der Böden, der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, in den Jahren 1998 und 1999, ermittelt. Hinsichtlich der obersten Bodenschicht ist zunächst der sehr niedrige Stickstoffgehalt der Versuchsvariante 'Organisch' zu nennen. Mit 20,1 kg / ha betrug der Stickstoffgehalt nur 65 % der auf der Versuchsvariante 'KSS' bzw. 44 % der auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' gemessenen Stickstoffgehalte. In der Bodentiefe von 30 - 60 cm waren die Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten insgesamt geringer und beliefen sich im Maximum auf 27 %, wobei der geringste Stickstoffgehalt mit 40 kg auf der Versuchsvariante 'NPK' und der höchste mit 54 kg auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' gemessen wurde. Unterschiede von wiederum über 50 % wurden im Jahr 1998 in der untersten Bodenschicht festgestellt. Vor allem die Versuchsvariante 'Kontrolle' zeigte mit 25 kg einen sehr geringen Wert. Auch die Versuchsvariante 'Organisch' wies mit 29 kg einen vergleichsweise geringen Stickstoffgehalt auf. Demgegenüber lag der Stickstoffgehalt auf den Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' bei 40 kg und 53 kg/ha.

Im Jahr 1999 wurden insgesamt deutlich geringere Stickstoffgehalte gemessen, sodass auf allen Versuchsvarianten und in allen Bodentiefen eine Abnahme von 1998 bis 1999 stattfand. Besonders auffallend waren in diesem Jahr der vergleichsweise sehr geringe Stickstoffgehalt in der obersten Bodenschicht der Versuchsvariante 'Organisch' und der vergleichsweise hohe Gehalt der Versuchsvariante 'NPK'. Ebenso der vergleichsweise hohe Wert der Versuchsvariante 'Organisch' in einer Bodentiefe von 30 - 60 cm. In der untersten Bodenschicht waren die Unterschiede deutlich geringer.

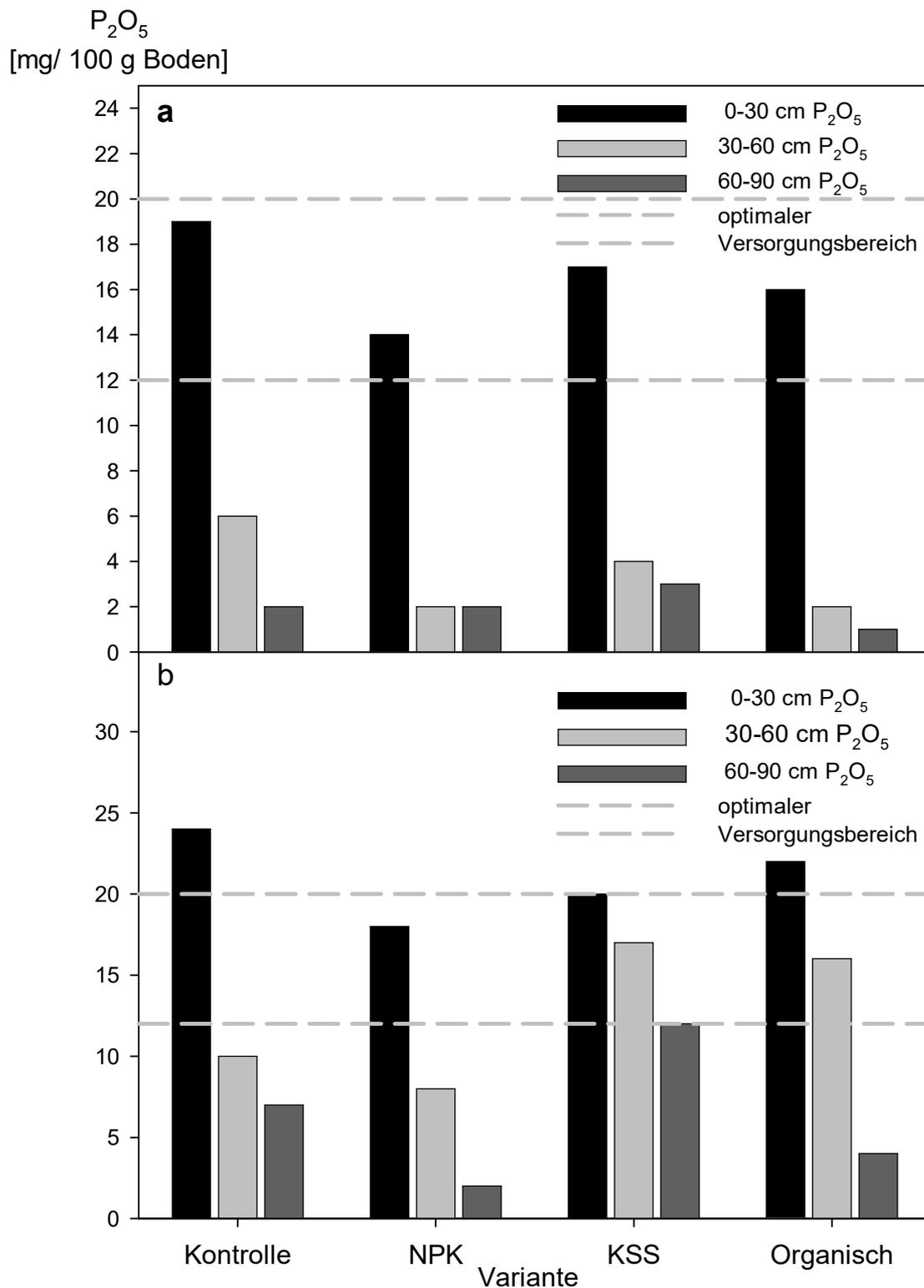


Abb. 3321-4: Phosphatgehalt (P_2O_5) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].

a: 31.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Abb. 3321-4 zeigt die in den Jahren 1998 und 1999 in den Böden der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 gemessenen Phosphatgehalte, in den Bodentiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm. In der obersten Bodenschicht von 0 - 30 cm lagen alle ermittelten Gehalte im Bereich der Optimalversorgung, wobei der höchste Phosphatgehalt auf der Versuchsvariante 'Kontrolle', der geringste auf der Versuchsvariante 'NPK' gemessen wurde. Dies war in den beiden unteren Bodenschichten nicht erreicht. Hier lagen die Gehalte stets weit unter der unteren Grenze des optimalen Versorgungsbereichs. In einer Tiefe von 30 - 60 cm wurde der geringste Phosphatgehalt mit 2 mg wiederum auf der Versuchsvariante 'NPK' festgestellt, der höchste wurde wiederum auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' mit 6 mg ermittelt. Noch geringer waren die Phosphatgehalte in der untersten Bodenschicht. Hier lagen die Gehalte bei maximal 3 mg. Anders im Jahr 1999. In der obersten Bodenschicht lag bei allen Versuchsvarianten eine Optimalversorgung vor bzw. wurde diese überschritten. So auf der Versuchsvariante 'Kontrolle', die mit 24 mg den höchsten Wert aufwies und ebenso wie die Versuchsvariante 'Organisch' (22 mg) die Obergrenze des optimalen Versorgungsbereichs überschritt. In diesem Jahr zeigten die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' auch in der mittleren Bodenschicht eine optimale Phosphatversorgung (17 mg und 16 mg). Die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' wiesen dabei nur Gehalte von 10 mg und 8 mg auf. Hinsichtlich des Phosphatgehalts in einer Bodentiefe von 60 - 90 cm zeigte nur die Versuchsvariante 'KSS' einen Wert im Bereich der Optimalversorgung (12 mg). Auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'Organisch' konnten mit 7, 2 und 4 mg dahingegen nur Gehalte weit unter dem optimalen Versorgungsbereichs gemessen werden.

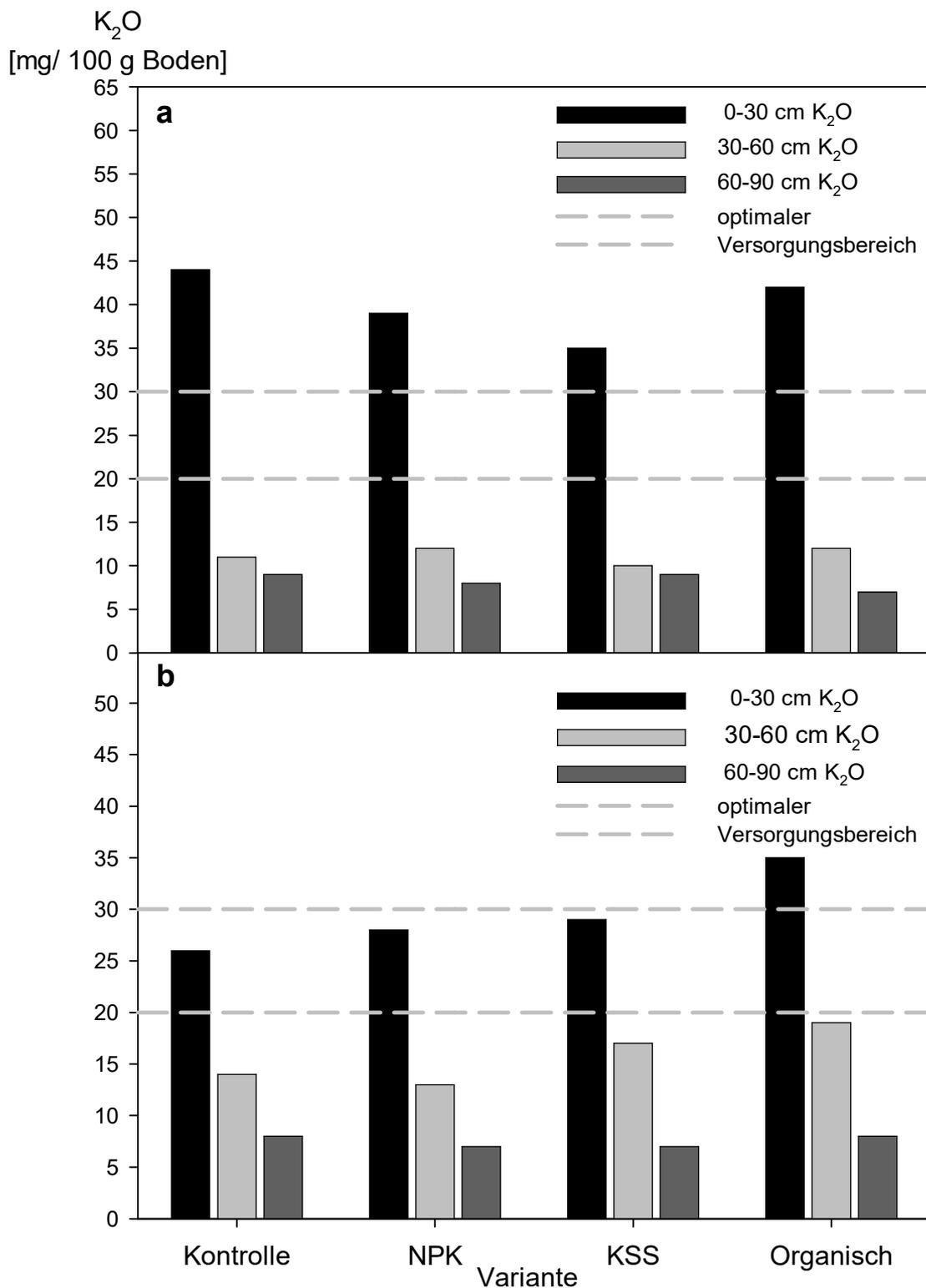


Abb. 3321-5: Kaliumgehalt (K₂O) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].

a: 31.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Die Boden-Kaliumgehalte (K_2O mg/100 g TG Boden) in den Bodentiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm, auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, in den Jahren 1998 und 1999, sind in Abb. 3321-5 wiedergegeben. In beiden Versuchsjahren wurden in der obersten Bodenschicht dabei auf allen Versuchsvarianten Kaliumgehalte im oder oberhalb des optimalen Versorgungsbereichs gemessen. Im Jahr 1999 insgesamt aber deutlich weniger als im Jahr 1998. Den höchsten Kaliumgehalt im Jahr 1998 wies mit 44 mg die betriebsübliche Versuchsvariante 'Kontrolle' auf, den geringsten die Versuchsvariante 'KSS' (35 mg). Die Werte in den unteren beiden Bodenschichten lagen vergleichsweise deutlich niedriger. Die Maximalwerte lagen dabei bei 12 mg in 30 - 60 cm Tiefe und 9 mg in 60 - 90 cm Tiefe. Im Jahr 1998 wurde in der obersten Bodenschicht der geringste Wert auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' gemessen, der höchste auf der Versuchsvariante 'Organisch'. Auf der letztgenannten Versuchsvariante überschritt der Kaliumgehalt den optimalen Versorgungsbereich. Während die Kaliumgehalte in der obersten Bodenschicht von 1998 bis 1999 bei allen Versuchsvarianten abnahmen, stiegen sie in der Bodenschicht von 30 - 60 cm Tiefe auf allen Versuchsvarianten an; der optimale Versorgungsbereich wurde aber auf keiner Versuchsvariante erreicht. Auch in dieser Bodentiefe wies die Versuchsvariante 'Organisch' den höchsten Kaliumgehalt (19 mg) auf. Auch war die Versuchsvariante 'Organisch' die einzige Versuchsvariante, bei der sich in der untersten Bodenschicht der Kaliumgehalt von 1998 bis 1999 erhöhte. Insgesamt waren die Unterschiede mit maximal 1 mg zwischen den Versuchsvarianten in dieser Bodentiefe sehr gering.

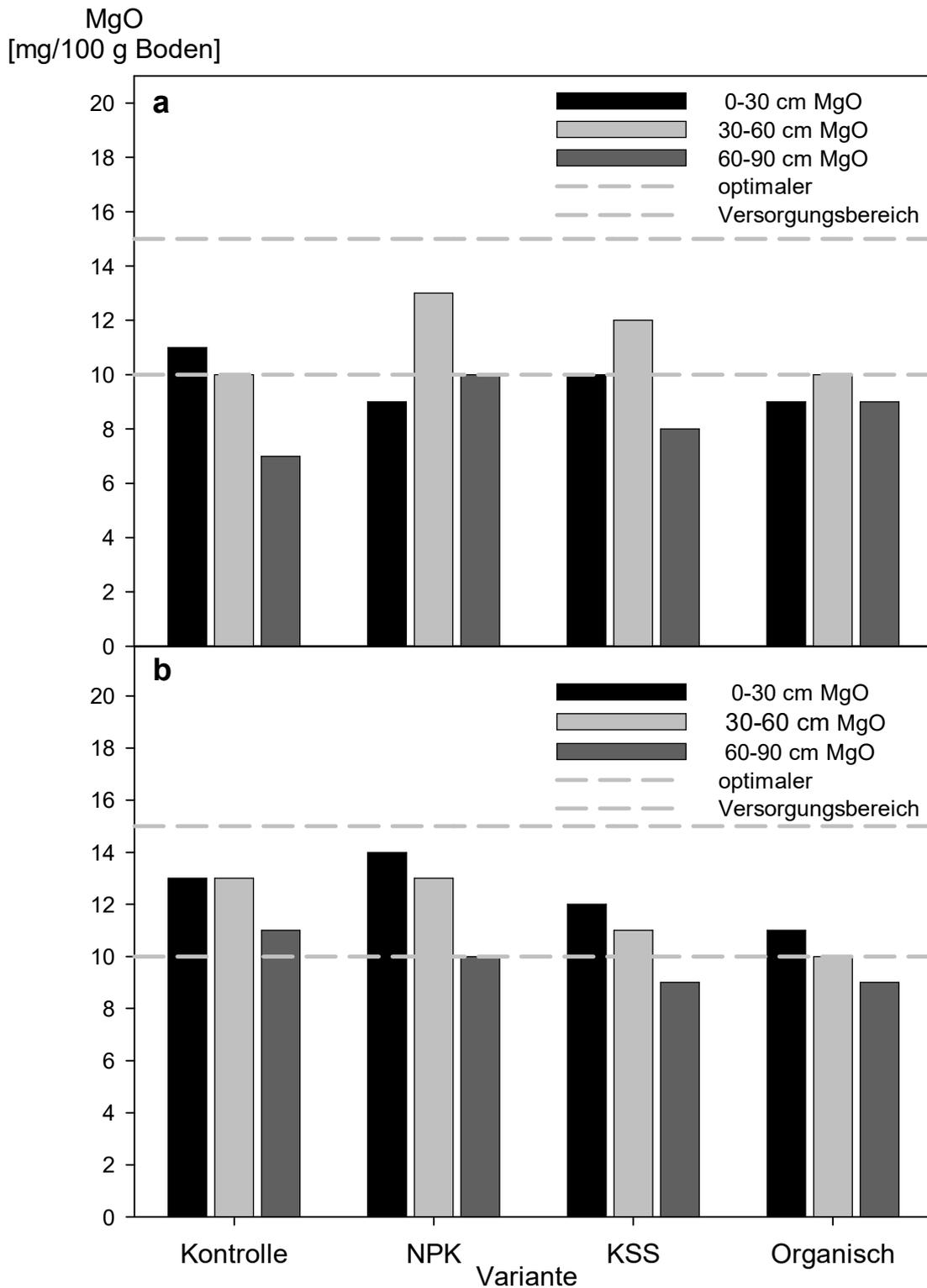


Abb. 3321-6: Magnesiumgehalt (MgO) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].

a: 51.03.1998; b: 11.05.1999

Stichprobenzahl: 10

Abb. 3321-6 zeigt die Ergebnisse der Magnesiumgehaltsbestimmungen aus Bodenproben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, in den Jahren 1998 und 1999, in den drei Bodenschichten 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm Tiefe. Im Jahr 1998 lagen die Magnesiumgehalte in den oberen beiden Bodenschichten bei allen Versuchsvarianten im oder nahe des optimalen Versorgungsbereichs. Dies war bei den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' auch in der untersten Bodenschicht der Fall. Die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' zeigten dahingegen Werte deutlich unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs. Im Jahr 1999 gingen die Differenzen weiter zurück. Nur bei den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' lagen die Magnesiumgehalte in der untersten Bodenschicht leicht unterhalb des optimalen Versorgungsbereichs.

3.3.2.1.2 Blattnährstoffversorgung in den Jahren 1998 und 1999

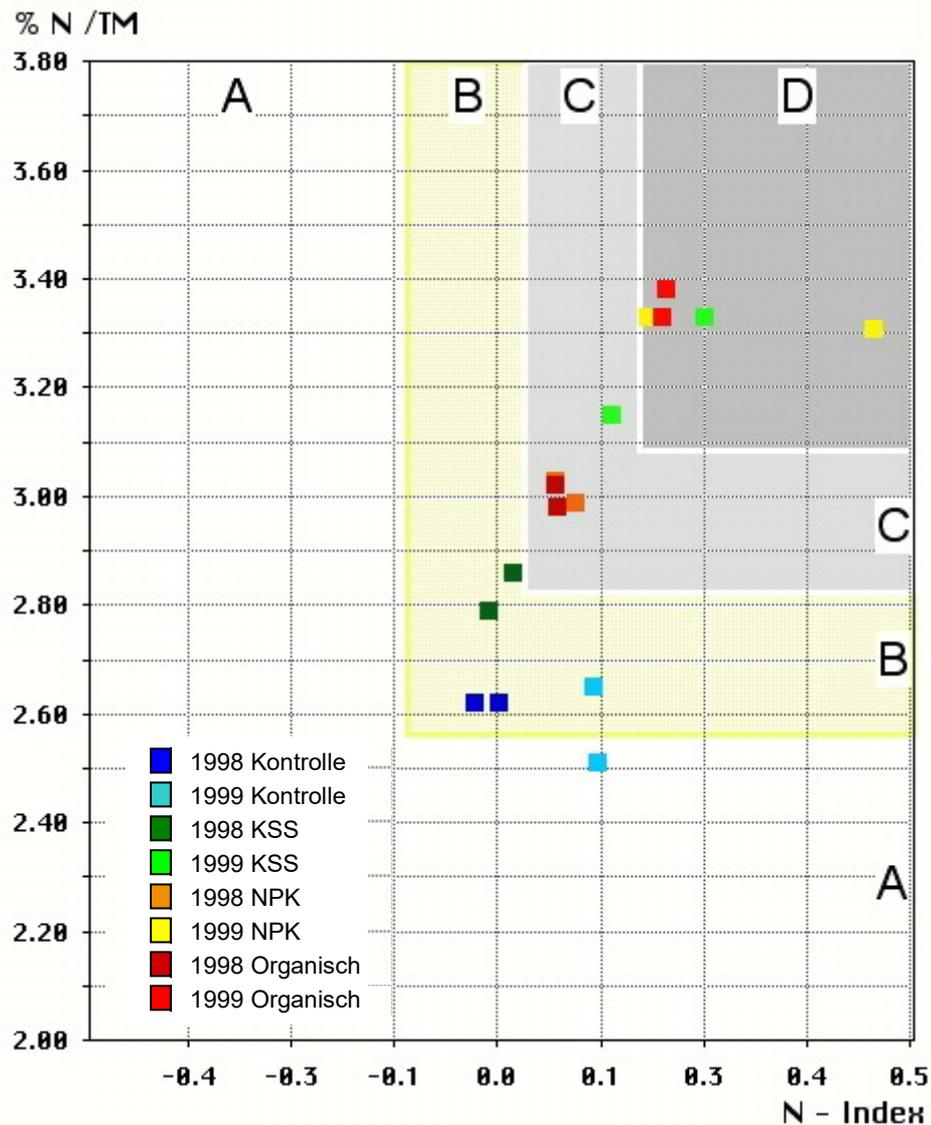


Abb. 3321-7: Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM]. Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

Abb. 3321-7 zeigt den Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte, in den Jahren 1998 und 1999. Im Jahr 1998 zeigten die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' einen latenten Stickstoffmangel, wobei den geringsten Stickstoffgehalt aller Versuchsvarianten in diesem Jahr die Versuchsvariante 'Kontrolle' aufwies. Die Reben der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' wiesen eine sehr ähnliche Stickstoffversorgung auf. Bei beiden

Versuchsvarianten lag eine Optimalversorgung vor. Mit Ausnahme der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' war der Versorgungszustand mit Stickstoff im Jahr 1999 besser. Der prozentuale Stickstoffgehalt der Rebblätter der Versuchsvariante 'Kontrolle' blieb weitestgehend gleich, nur der N-Indexwert erhöhte sich leicht. Die Reben der Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' wiesen zur Blüte im Jahr 1999 dahingegen im Mittel alle eine Stickstoffversorgung im Luxusbereich auf.

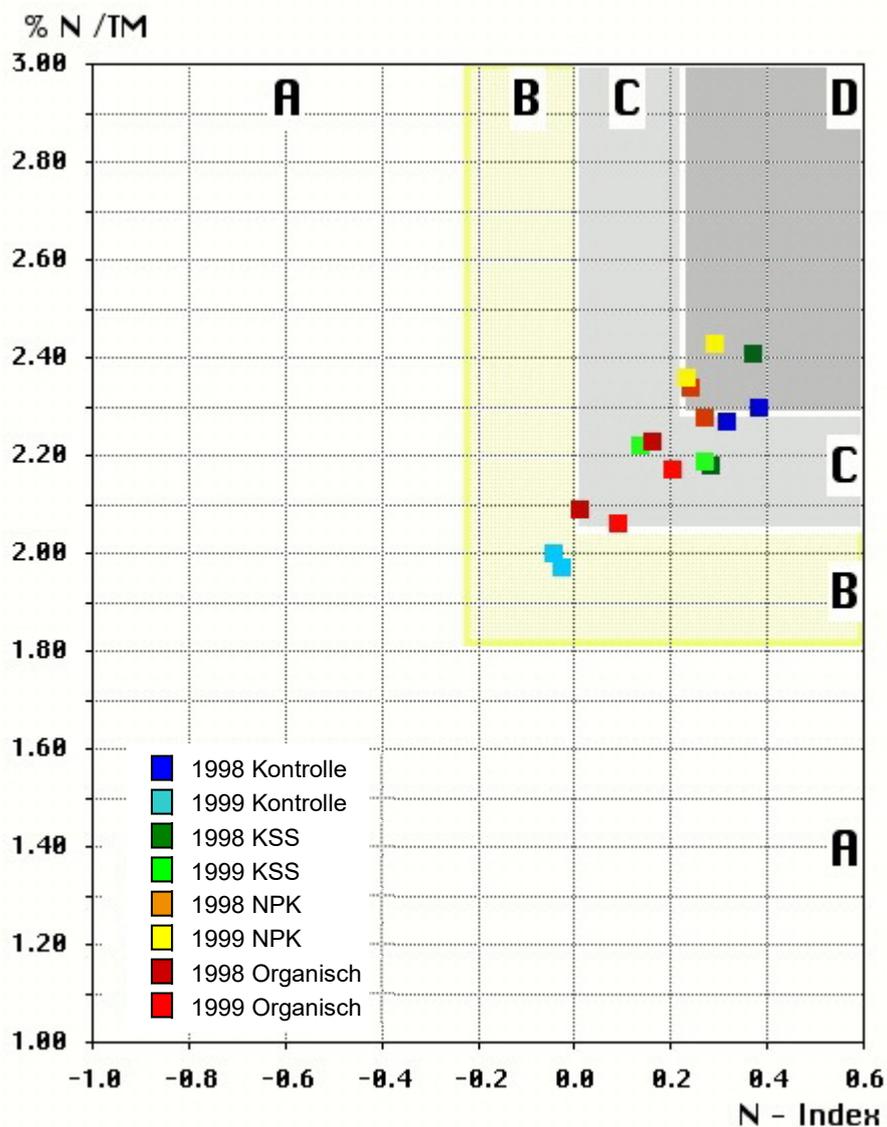


Abb. 3321-8: Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM]. Versorgungsbereiche nach Gehaltssklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung Mittelwerte; n = 2

Die Stickstoffversorgung der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison 1998 und 1999 ist Gegenstand der Abb. 3321-8. Wie ersichtlich zeigten im Jahr 1998 die Reben aller Versuchsvarianten eine optimale Stickstoffversorgung mit einer Tendenz zum Luxuskonsum bei Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS'. Auch im Jahr 1999 waren die Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' optimal mit Stickstoff versorgt. Die Stickstoffversorgung der Reben auf der Versuchsvariante 'NPK' verbesserte sich, verglichen mit 1998, noch weiter in den Bereich der Luxusversorgung. Die Stickstoffversorgung der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' verschlechterte sich von 1998 bis 1999 dahingegen erheblich von Optimal- bzw. Luxusversorgung im Jahr 1998, zu einer latenten Mangelversorgung im Jahr 1999.

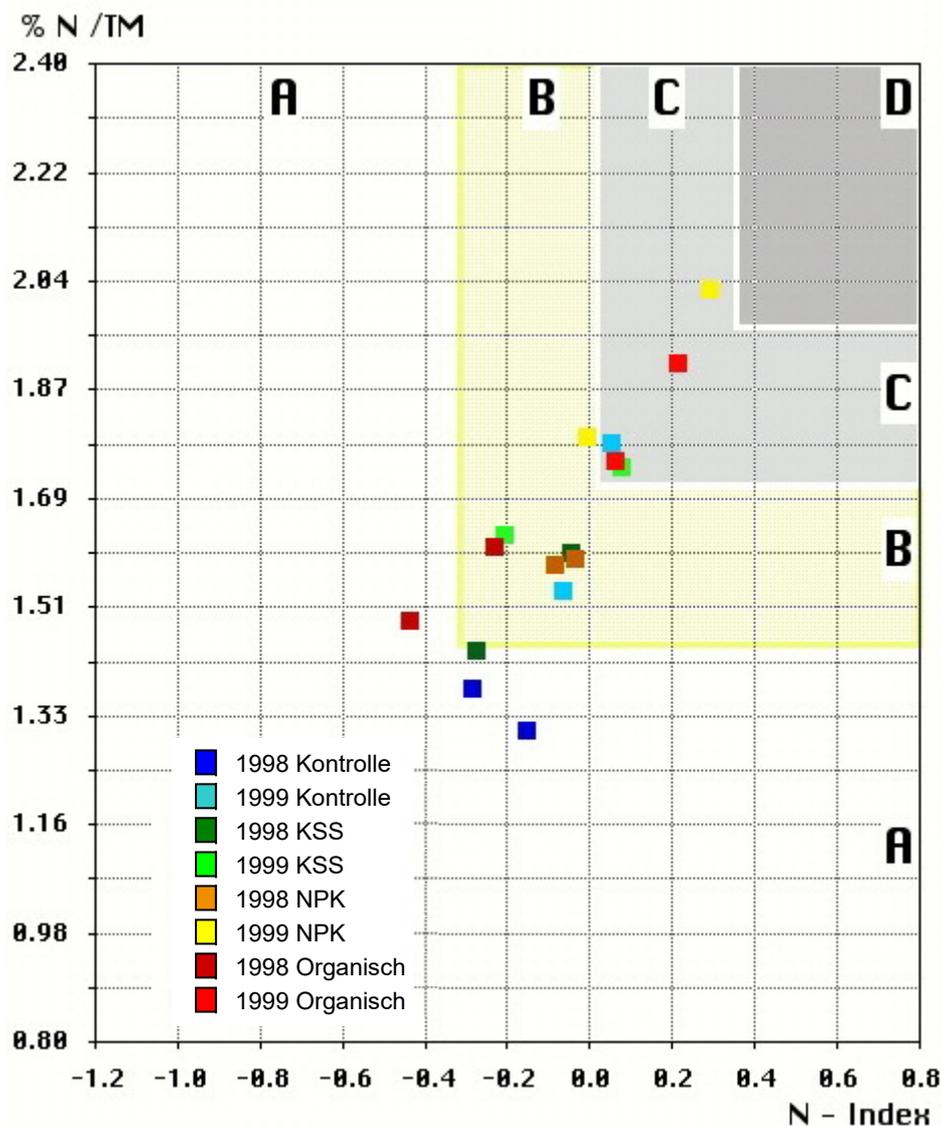


Abb. 3321-9: Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

Abb. 3321-9 zeigt die Ergebnisse der Stickstoffgehaltsbestimmungen von Blättern der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, zur Lese in den Jahren 1998 und 1999. Es zeigt sich, dass im Jahr 1998 die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' zur Lese am schlechtesten mit Stickstoff versorgt waren und einen akuten Mangel an diesem Nährstoff hatten. Die Reben der Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' wiesen im Mittel einen latenten Stickstoffmangel im Jahr 1998 auf. Im Jahr 1999 waren die Stickstoffgehalte sowie die N-Indexwerte bei den Reben aller Versuchsvarianten höher als im Jahr 1998. Die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' wiesen aber auch zur Lese 1999 einen latenten Stickstoffmangel auf. Dahingegen waren die Reben der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' optimal mit Stickstoff versorgt.

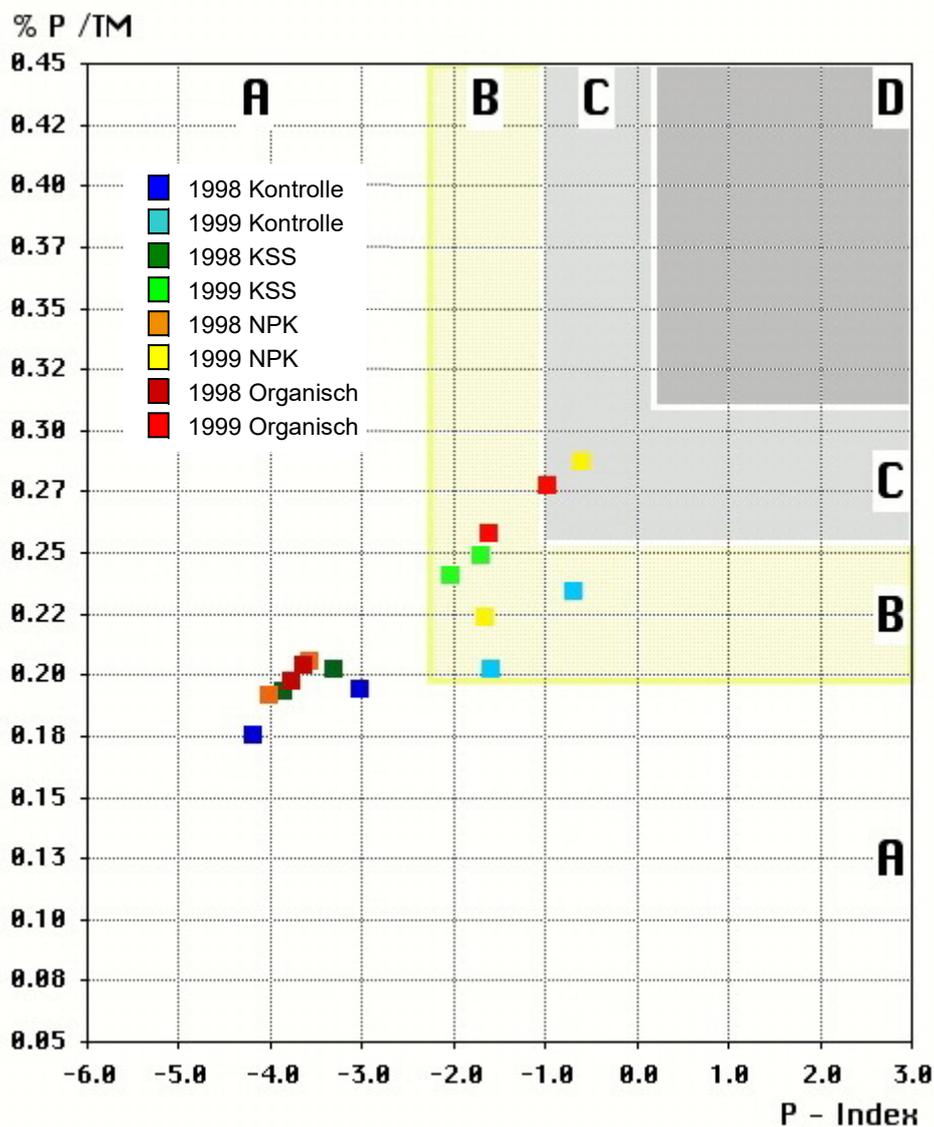


Abb. 3321-10: Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

Abb. 3321-10 zeigt die Ergebnisse der Phosphorgehaltsbestimmungen von Blättern der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, zum Zeitpunkt der Reblüte in den Jahren 1998 und 1999. Im ersten Versuchsjahr 1998 waren die Phosphorgehalte der Reblätter aller Versuchsvarianten sehr ähnlich. Allenfalls die Versuchsvariante 'Kontrolle' zeigte etwas geringere prozentuale Phosphorgehalte. Die Reben aller Versuchsvarianten befanden sich im Jahr 1998 in einem akuten Phosphormangel. Hinsichtlich des zweiten Versuchsjahrs ist festzuhalten, dass die Reben aller Versuchsvarianten höhere Phosphorgehalte in den Blättern aufweisen. Wiederum zeigte die Versuchsvariante 'Kontrolle' etwas geringere prozentuale Phosphorgehalte. Die Reben dieser Versuchsvarianten befanden sich aber, wie die Reben aller anderen Versuchsvarianten, im Jahr 1999 in einem Bereich latenten Phosphormangels.

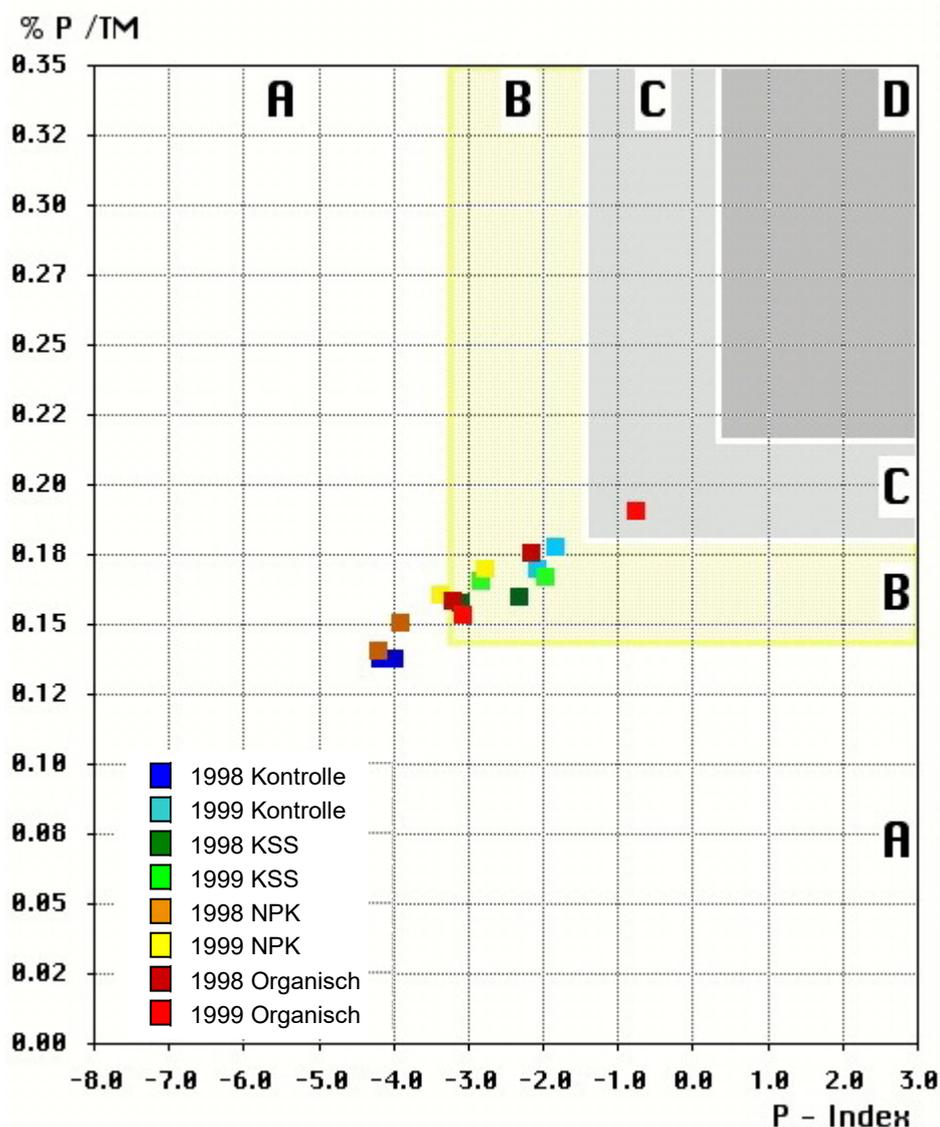


Abb. 3321-11: Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM]. Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

Die zur Veraison gemessenen Phosphorgehalte der Blätter der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, in den Jahren 1998 und 1999, sind in Abb. 3321-11 angegeben. Wie aus der Abbildung ersichtlich, befanden sich im Jahr 1998 die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' in einer akuten Mangelversorgung mit Phosphor, während die Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' nur einen latenten Mangel aufwiesen. Im zweiten Versuchsjahr reduzierten sich die Mangelerscheinungen leicht und es lag für die Reben aller Versuchsvarianten ein latenter Phosphormangel vor.

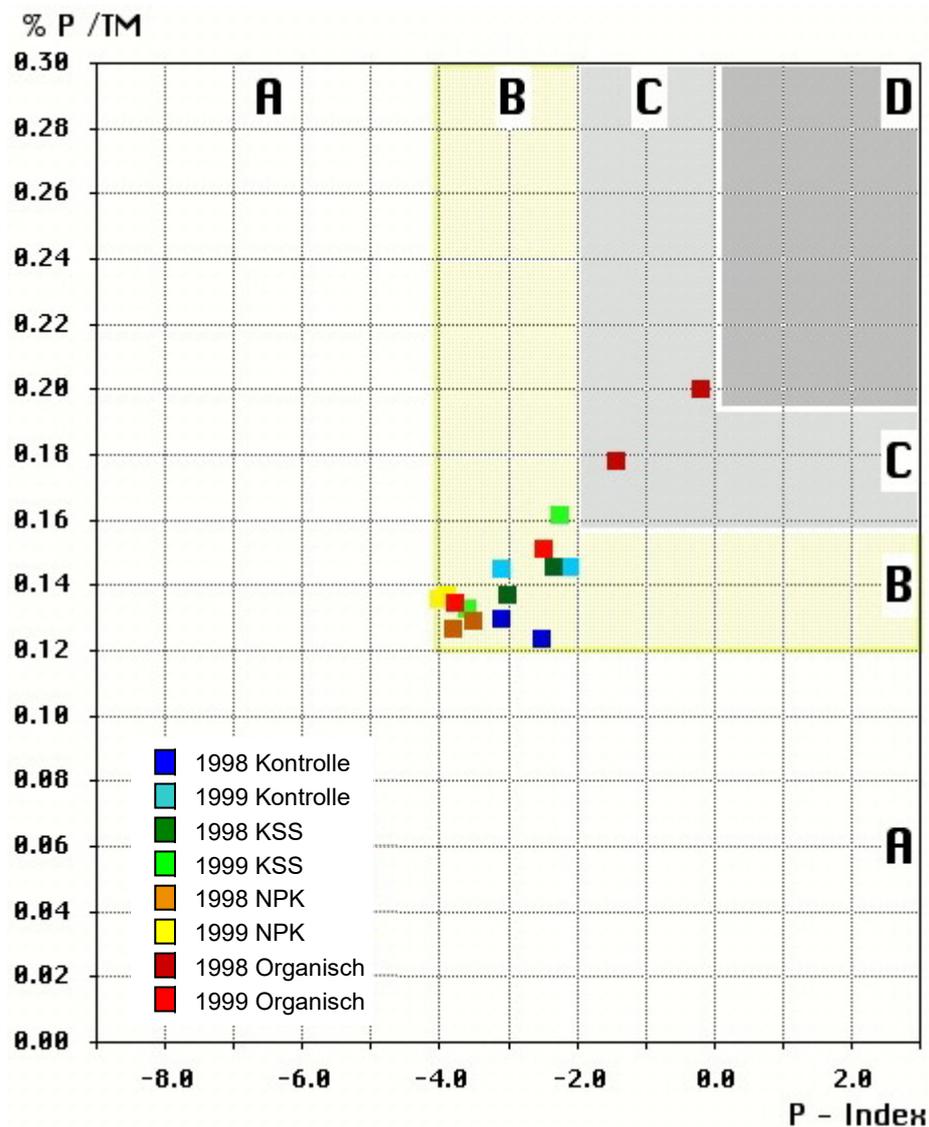


Abb. 3321-12: Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].
Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsvarianten auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese, in den Jahren 1998 und 1999, ist in Abb. 3321-12 dargestellt. Im Jahr 1998 war die Phosphorversorgung der Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' sehr ähnlich. Die Reben dieser drei Versuchsvarianten wiesen alle einen latenten Phosphormangel auf. Dahingegen war die Phosphorversorgung der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' im Jahr 1998 deutlich besser. Die Phosphorversorgung der Reben dieser Versuchsvarianten war optimal. Während die Phosphorversorgung der Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' zwischen den Versuchsjahren kaum Unterschiede zeigte, wies der Phosphorgehalt der Blätter der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' einen deutlichen Rückgang zum Lesezeitpunkt auf. Zur

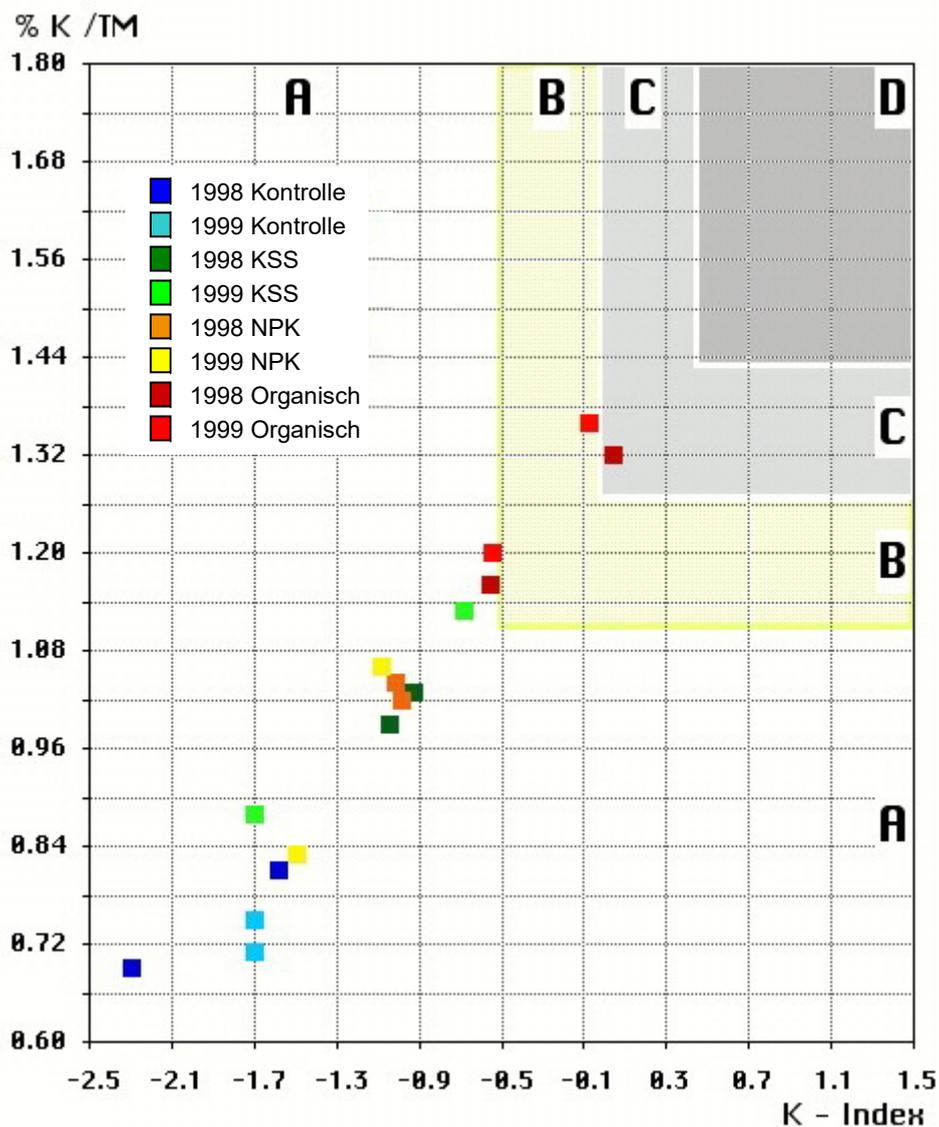


Abb. 3321-13: Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM]. Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung Mittelwerte; n = 2

Lese 1999 lag auch die Phosphorversorgung der Reben der Versuchsvarianten 'Organisch' nur noch im Bereich des latenten Mangels.

Die Versorgung der Reben mit dem Nährstoff Kalium bei Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, zur Blüte der Jahre 1998 und 1999, ist Gegenstand der Abb. 3332-13. Wie aus der Abbildung hervorgeht, unterschieden sich die Kaliumgehalte zwischen den Versuchsvarianten der Einzeljahre teilweise erheblich. Auch zwischen den parallelen Maßreihen einer Versuchsvariante und eines Jahres waren teilweise erhebliche Unterschiede im Kaliumgehalt vorhanden. In 1998 unterschieden sich vor allem die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' erheblich voneinander. Mit einem mittleren prozentualen Kaliumgehalt von 0,75 und einem mittleren K-Indexwert von -1,7, war die Versuchsvariante 'Kontrolle' die mit der schlechtesten Kaliumversorgung für die Reben. Diese befanden sich zur Blüte 1998 in einem akuten Kaliummangel. Die höchsten Kaliumgehalte wiesen in 1998 die Blätter der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' auf. Mit einem mittleren prozentualen Kaliumgehalt von 1,24 % und einem K-Index von -0,3, waren die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' von allen Versuchsvarianten am besten mit Kalium versorgt und befanden sich so im Mittel im Bereich eines latenten Mangels. Die Reben der Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' zeigten zur Blüte 1998 ähnliche Kaliumgehalte im Bereich des akuten Mangels. Zur Blüte 1999 zeigten die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' kaum Veränderungen zum Vorjahr. Die Kaliumgehalte der Reben der Versuchsvariante 'NPK' waren in 1999 im Mittel etwas geringer. Auch im Jahr 1999 war die Versuchsvariante 'Kontrolle' wiederum die, auf der die Reben am schlechtesten mit Kalium versorgt waren und einen akuten Mangel aufwiesen. Auch die Reben der Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' waren 1999 in einer akuten Unterversorgung mit Kalium. Die Kaliumgehalte der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' unterschieden sich zwischen den Versuchsjahren zur Blüte ebenfalls nur gering. Bei wiederum den höchsten Kaliumgehalten aller Versuchsvarianten befanden sich die Reben dieser Versuchsvarianten in 1999 in einem latenten Kaliummangel.

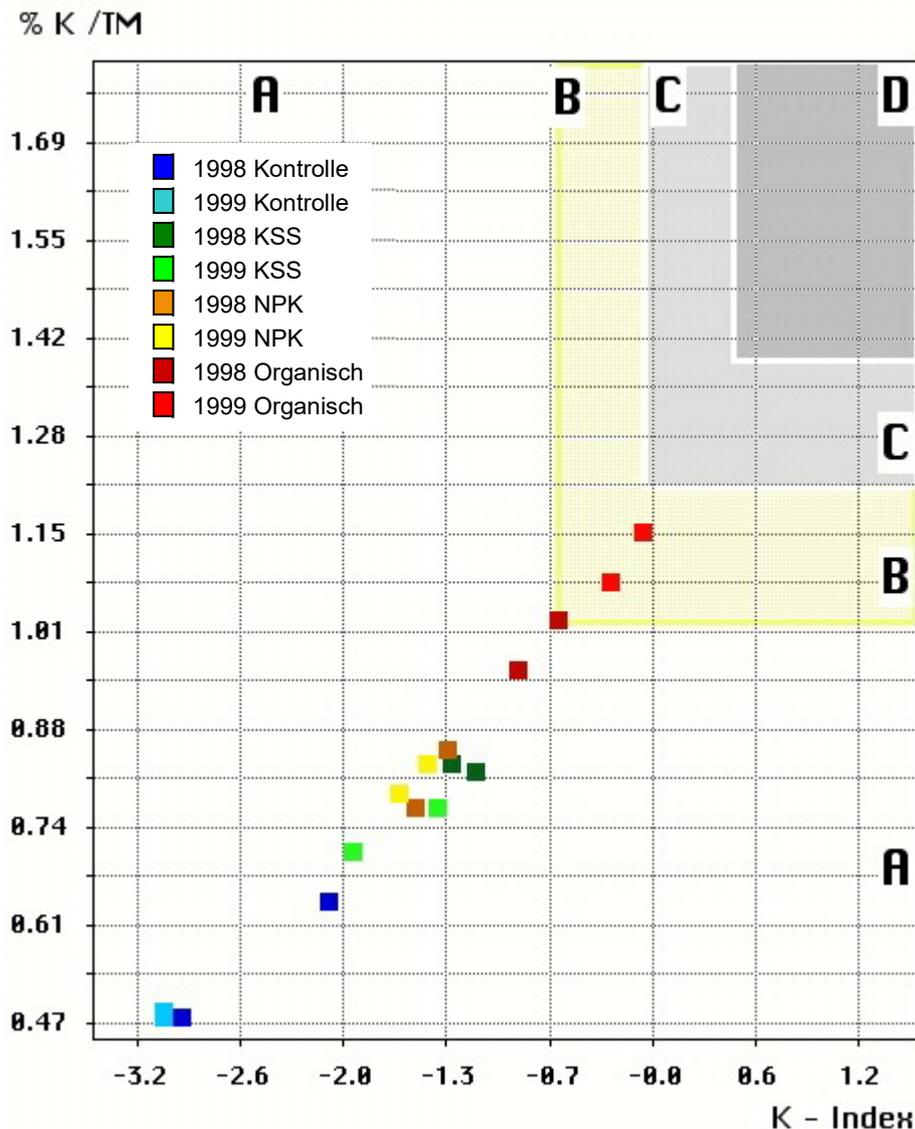


Abb. 3321-14 Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1, zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999, ist in Abb. 3321-14 angegeben. Im Wesentlichen spiegeln die Ergebnisse zu diesem Zeitpunkt in der Vegetationsperiode in beiden Jahren die Gegebenheiten zum Blütezeitpunkt wider. In beiden Versuchsjahren waren die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' am schlechtesten mit Kalium versorgt, was zu einem akuten Kaliummangel führte. Allerdings erhöhte sich dieser Mangel vom ersten zum zweiten Versuchsjahr auf dieser Versuchsvariante. Die Werte der Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' waren in den Einzeljahren ähnlich und wiesen wie die der

Versuchsvarianten 'Kontrolle' stets auf einen akuten Kaliummangel hin. Die Kaliumgehalte der Reben der Versuchsvariante 'NPK' veränderten sich zwischen den Jahren kaum, die der Reben der Versuchsvariante 'KSS' waren in 1999 etwas niedriger als in 1998. Anders die Kaliumgehalte in den Blättern der Reben der Versuchsvariante 'Organisch'. Die Reben dieser Versuchsvariante zeigten in beiden Jahren die höchsten Kaliumgehalte, 1998 allerdings auch im Bereich akuten Mangels. Auf dieser Versuchsvariante verbesserte sich die Kaliumversorgung von 1998 bis 1999 zur Veraison allerdings, wodurch sich die Reben in 1999 nur noch in einem Bereich latenten Mangels befanden.

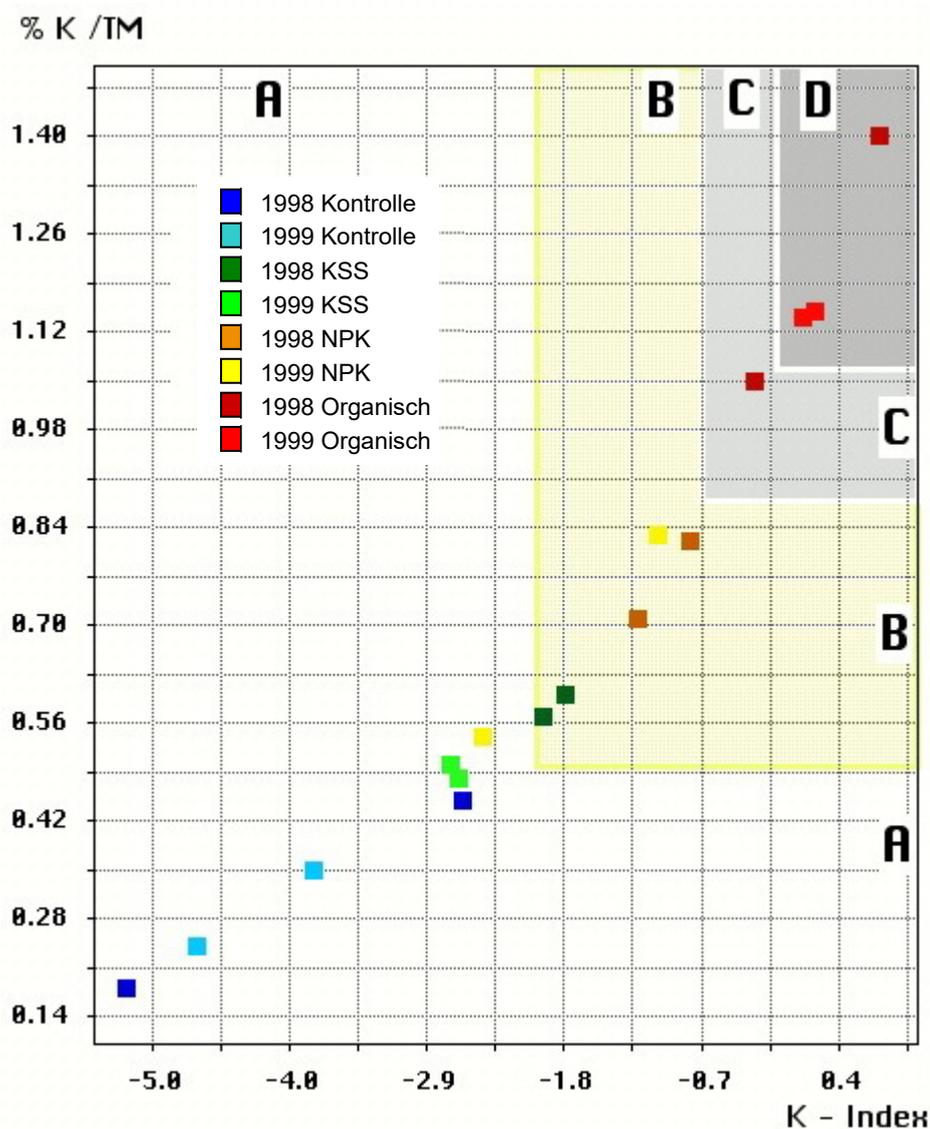


Abb. 3321-15: Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM]. Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung Mittelwerte; n = 2

Abb. 3321-15 zeigt die Versorgung der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 mit Kalium, zum Zeitpunkt der Lese in den Jahren 1998 und 1999. Wie zuvor bei den Beprobungszeitpunkten Blüte und Veraison war der Kaliumgehalt in beiden Jahren auch zur Lese bei den Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' am geringsten im Bereich akuten Mangels. Der Kaliumgehalt der Reben auf der Versuchsvariante 'KSS' lag 1998 im Bereich latenten Mangels, verringerte sich zu 1999 aber und die Reben gerieten in einen akuten Kaliummangel. Die Kaliumgehalte der Blätter der Reben der Versuchsvariante 'NPK' wiesen zur Lese in beiden Jahren auf einen latenten Mangel dieses Nährstoffs hin. Einzig die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' waren zum Lesezeitpunkt in den Jahren 1998 und 1999 optimal mit Kalium versorgt bzw. zeigten im Jahr 1999 sogar eine Luxusversorgung. Somit unterschieden sich die beiden Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' im prozentualen Kaliumgehalt um circa 0,75 Prozentpunkte und hinsichtlich des K-Index um circa 4,4 Punkte.

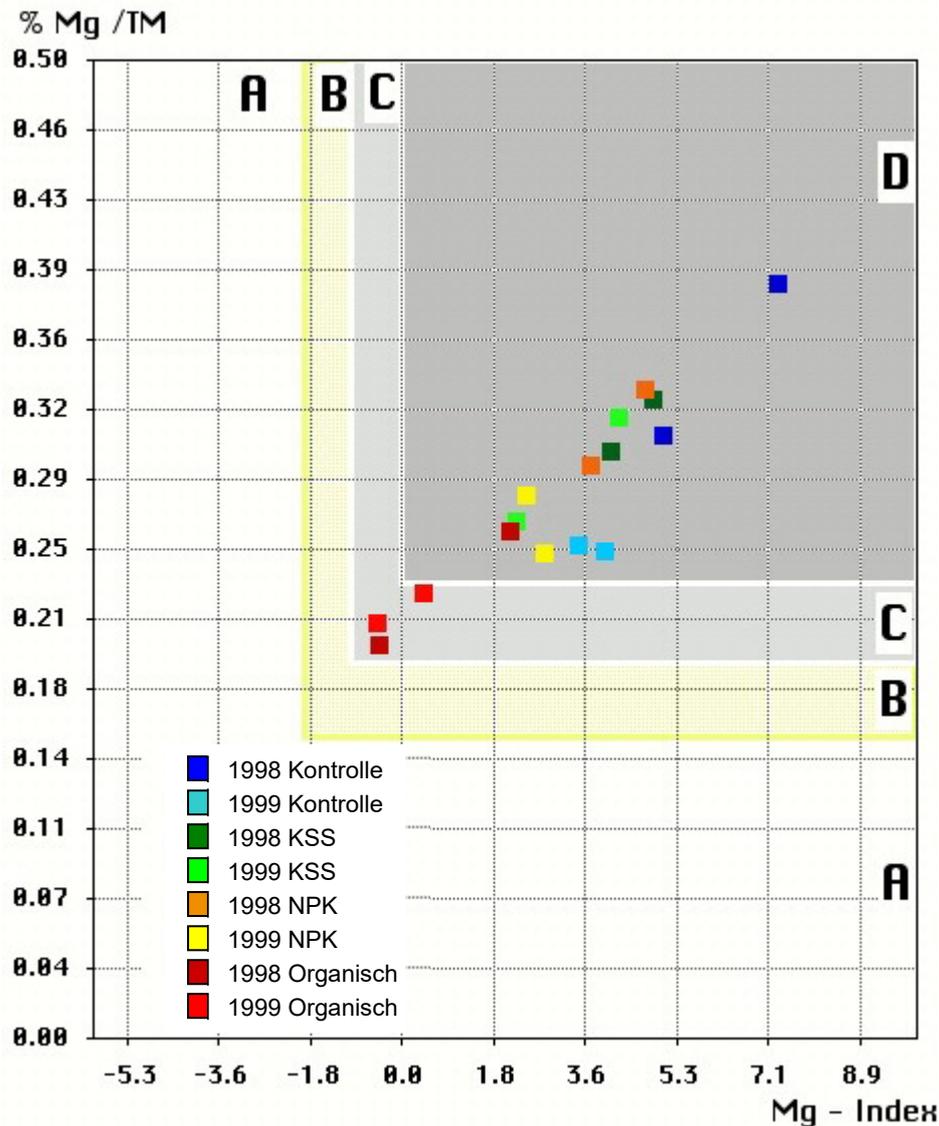


Abb. 3321-16: Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung

Mittelwerte; n = 2

Die Ergebnisse der Magnesiumgehaltsbestimmungen in Blättern von Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte, in den Jahren 1998 und 1999, sind in Abb. 3321-16 wiedergegeben. Im Jahr 1998 waren die Reben aller Versuchsvarianten optimal mit Magnesium versorgt bzw. befanden sich sogar im Bereich des Luxuskonsums hinsichtlich dieses Nährstoffs. Die höchsten Werte wiesen dabei die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle', die geringsten die der Versuchsvariante 'Organisch' auf. Ein ähnliches Bild zeigten auch die Ergebnisse der Messungen im Jahr 1999. Die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' befanden sich im Luxuskonsum, die

Reben der Versuchsvariante 'Organisch' waren zur Blüte optimal mit Magnesium versorgt.

Abb. 3321-17 zeigt die Versorgungslage der Reben der Versuchsvarianten der Versuchs-

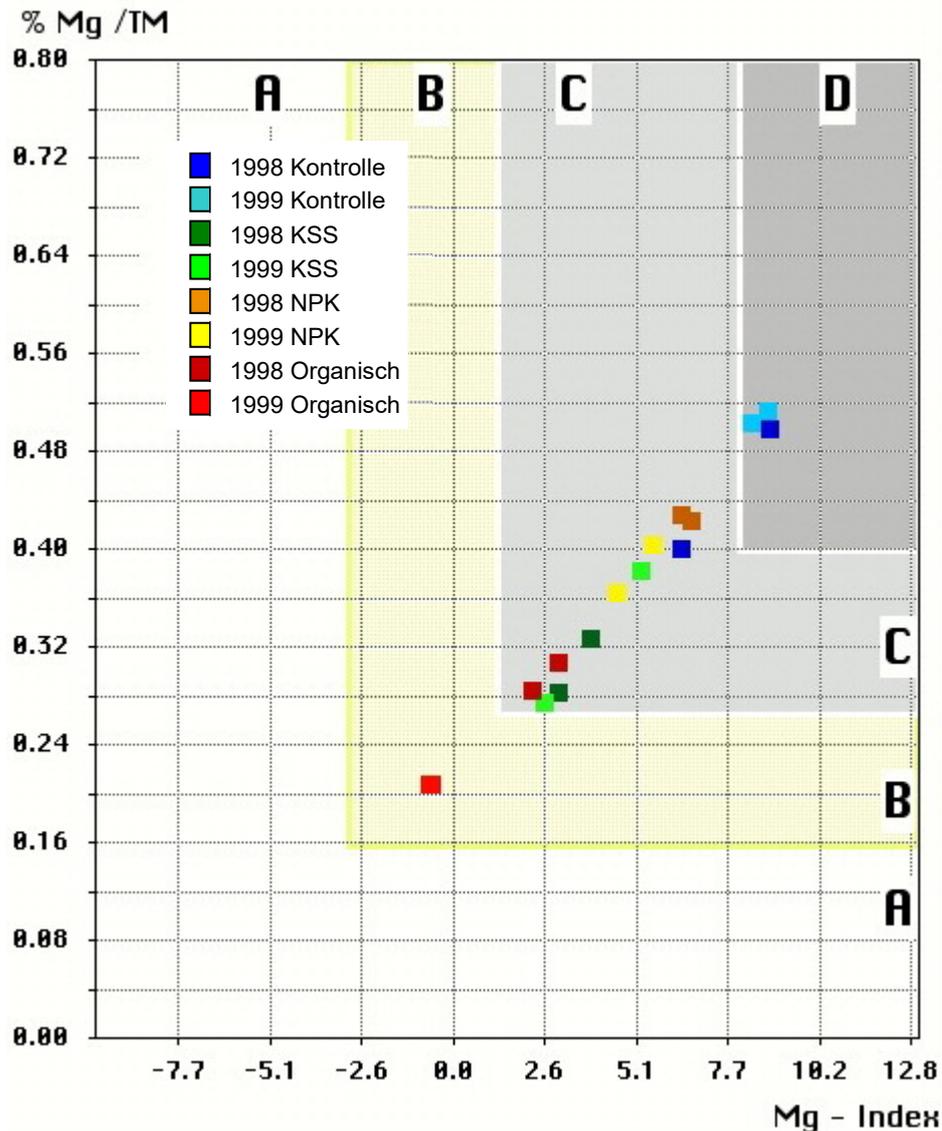


Abb. 3321-17: Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

fläche mit Magnesium zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999. Es wird ersichtlich, dass sich die Verhältnisse zur Veraison und zur Blüte (Abb. 3332.16) ähneln. In 1998 waren die Reben aller Versuchsvarianten zur Veraison optimal mit Magnesium versorgt, wobei die Reben der Versuchsvarianten 'Organisch' die geringsten, die der Versuchsvariante 'Kontrolle' die höchsten Werte aufwiesen. An diesem Verhältnis änderte sich auch im Jahr 1999 nichts. Allerdings sank der Magnesiumgehalt bei den Reben der

Versuchsvariante 'Organisch' in den Bereich latenten Mangels, der Magnesiumgehalt der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' erhöhte sich und war in den Bereich des Luxuskonsums verschoben.

Abb. 3321-18 zeigt die Versorgung der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 mit Magnesium zum Zeitpunkt der Lese in den Jahren 1998 und 1999. Auch hier wiederholten sich annähernd die bei den vorangehenden Vegetationszeitpunkten Blüte und Veraison beobachteten Gegebenheiten hinsichtlich dieses Nährstoffs. In beiden Versuchsjahren wurden die geringsten Werte für die Versuchsvariante 'Organisch', die

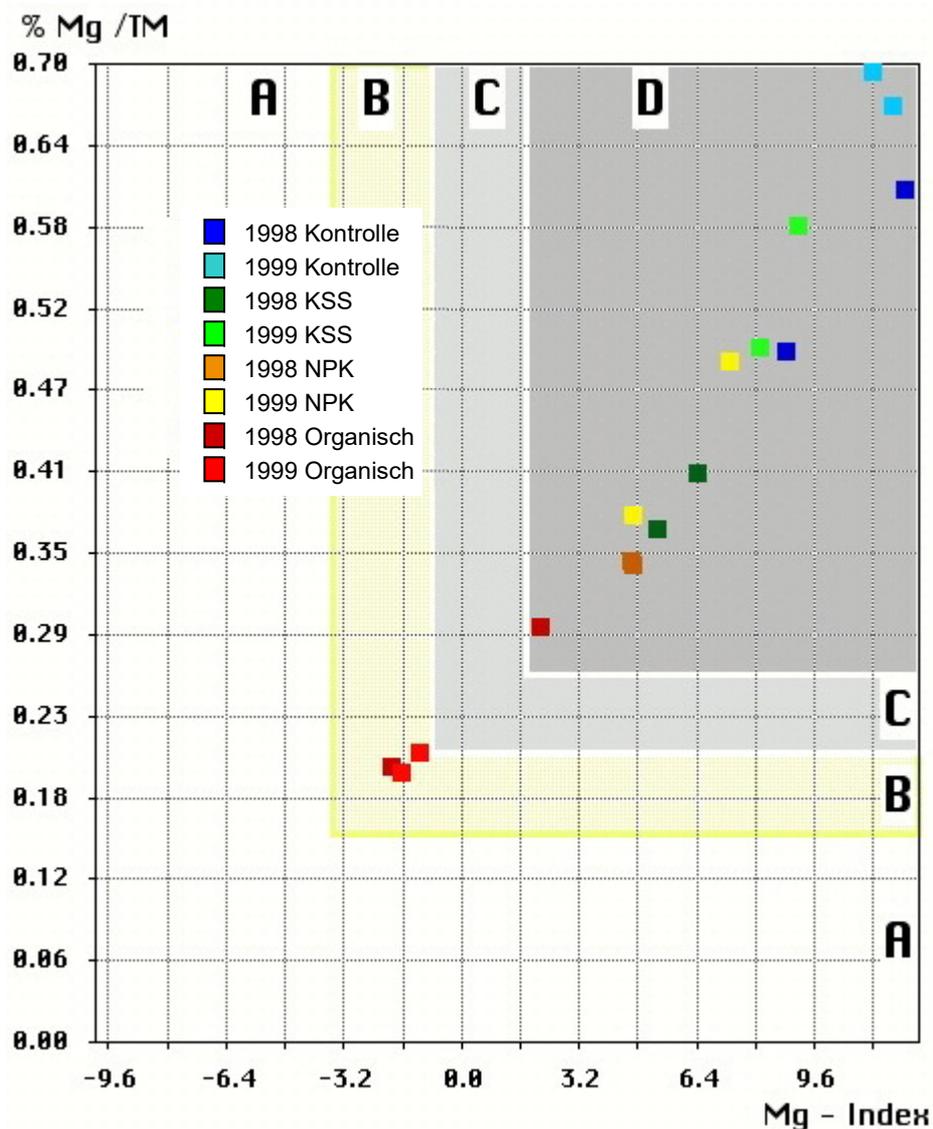


Abb. 3321-18: Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].

Versorgungsbereiche nach Gehaltsklassen: A = Akuter Mangel; B = Latenter Mangel; C = Optimale Versorgung; D = Luxusversorgung
Mittelwerte; n = 2

höchsten für die Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Die Unterschiede beliefen sich dabei auf bis zu 0,48 Prozentpunkte bzw. 14,4 Indexpunkte. Die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' befanden sich dabei in beiden Jahren zur Lese im Bereich des Luxuskonsums. Die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' waren im Mittel im Jahr 1998 ebenfalls optimal mit Magnesium versorgt. Im Jahr 1999 verschlechterte sich die Versorgungssituation der Reben hinsichtlich des Nährstoffs Magnesium, sodass sich die Reben im zweiten Versuchsjahr in einem Bereich latenten Mangels befanden.

3.3.2.2 Die vegetative und generative Leistung der Reben

3.3.2.2.1 Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999

In Abb. 3322-1 ist die Anzahl an angeschnittenen und ausgetriebenen Augen je Rebstock sowie die Austriebsquote der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, dargestellt. Es

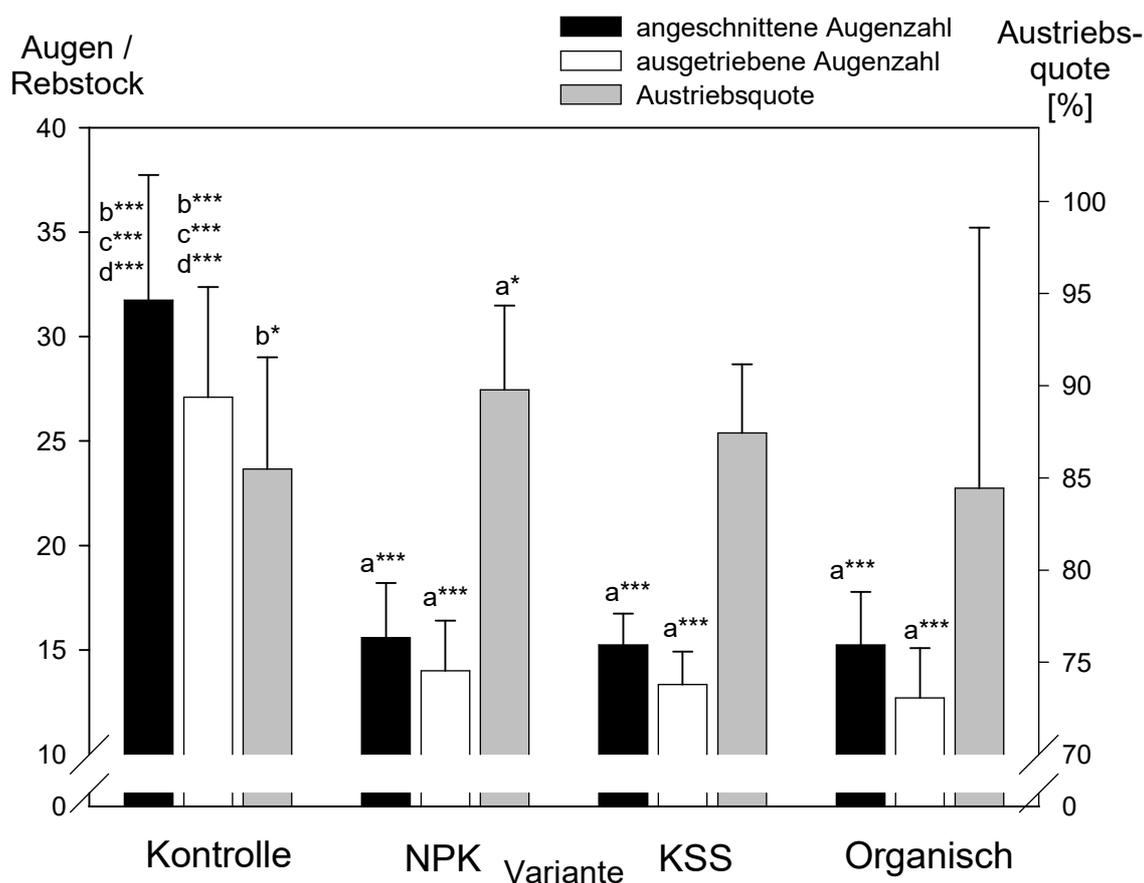


Abb. 3322-1: Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

wird ersichtlich, dass sich die betriebsüblich bewirtschaftete Versuchsvariante 'Kontrolle' durch die statistisch signifikant höchsten Werte, hinsichtlich angeschnittener und ausgetriebener Augen, von allen Vergleichsvarianten unterscheidet. Die Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' weisen ähnliche Werte auf, wobei diese um annähernd 50 % bzw. über 52 % geringer waren als auf der Versuchsvariante 'Kontrolle'. Bei der Austriebsquote, also dem Verhältnis von ausgetriebenen zu angeschnittenen Augen, wurde der höchste Wert für die Versuchsvariante 'NPK' ermittelt. Letztgenannte unterschied sich somit auch statistisch signifikant von der Versuchsvarianten 'Kontrolle'.

Ein Unterschied zur Versuchsvariante 'Organisch', welche den geringsten Wert aller Versuchsvarianten auf dieser Versuchsfläche, im Jahr 1998, zeigte, konnte nicht statistisch abgesichert werden. Die Schwankungen der Messwerte der Einzelstöcke auf dieser

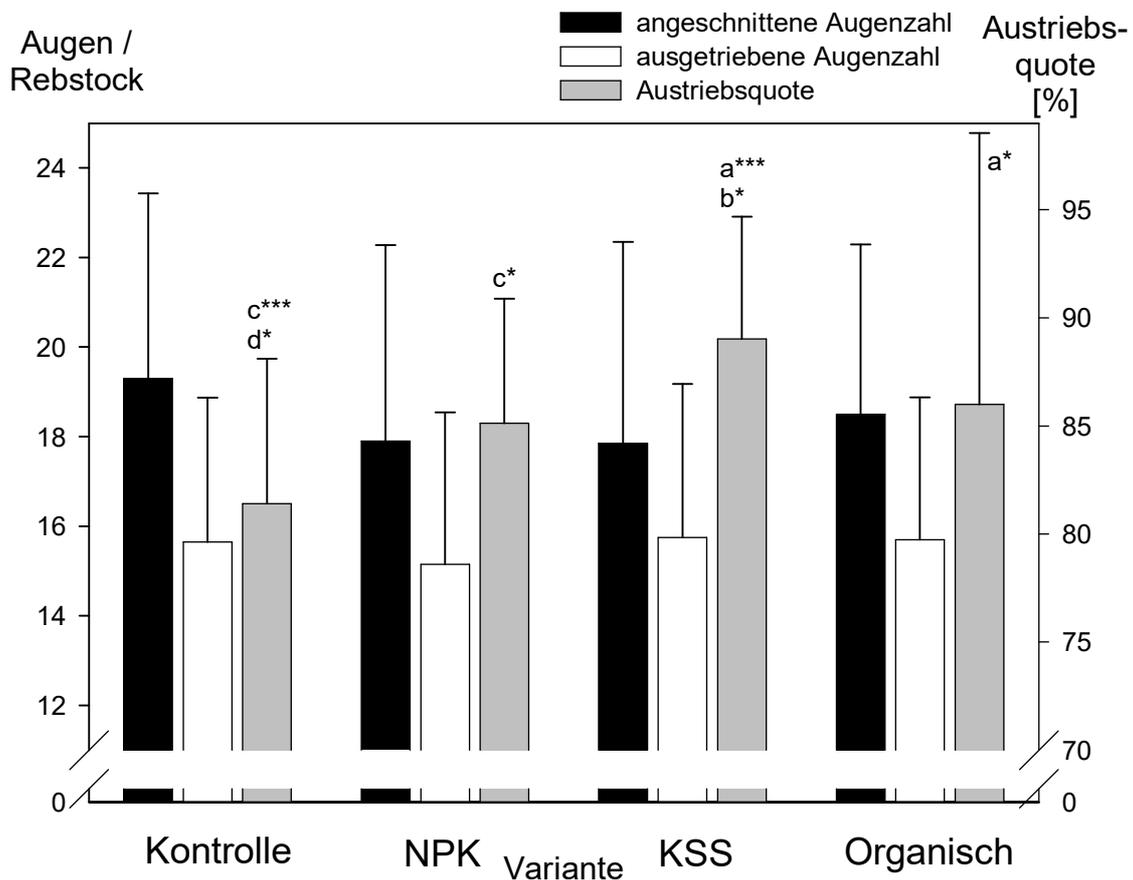


Abb. 3322-2: Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Versuchsvariante waren vergleichsweise hoch, dokumentiert durch eine sehr hohe Standardabweichung.

Gänzlich unterschiedlich waren die Verhältnisse hinsichtlich des Anschnitts auf dieser Versuchsfläche im Jahr 1999, wie aus Abb. 3322-2 hervorgeht. Dabei wiesen die Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Kontrolle' leicht erhöhte Anzahlen an angeschnittenen Augen auf, verglichen mit dem Vorjahr. Die Anzahl an angeschnittenen Augen auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' war dahingegen im Jahr 1999 deutlich geringer. Sie unterschied sich nur um maximal 7,5 % von den Vergleichsvarianten. Somit wurden für die Anzahl an angeschnittenen Augen im Jahr 1999 keine statistisch signifikanten Unterschiede auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 festgestellt. Weiterhin unterschieden sich die Rebstöcke der Versuchsvarianten dieser Versuchsfläche im Jahr 1999 auch nicht statistisch signifikant in der mittleren Anzahl angeschnittener Augen. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte dahingegen zwischen den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' und der Versuchsvariante 'KSS' festgestellt werden, wobei die Reben der letztgenannten Versuchsvariante die höchsten Werte aufwiesen. Dies zeigte sich auch im Vergleich der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch', wobei dieser Unterschied nicht statistisch abgesichert werden konnte. Weiterhin unterschieden sich die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' statistisch signifikant, wobei die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' die geringste Austriebsquote, auch im Vergleich aller Versuchsvarianten, aufwiesen.

3.3.2.2.2 Relativer Anschnitt in den Jahren 1998 und 1999

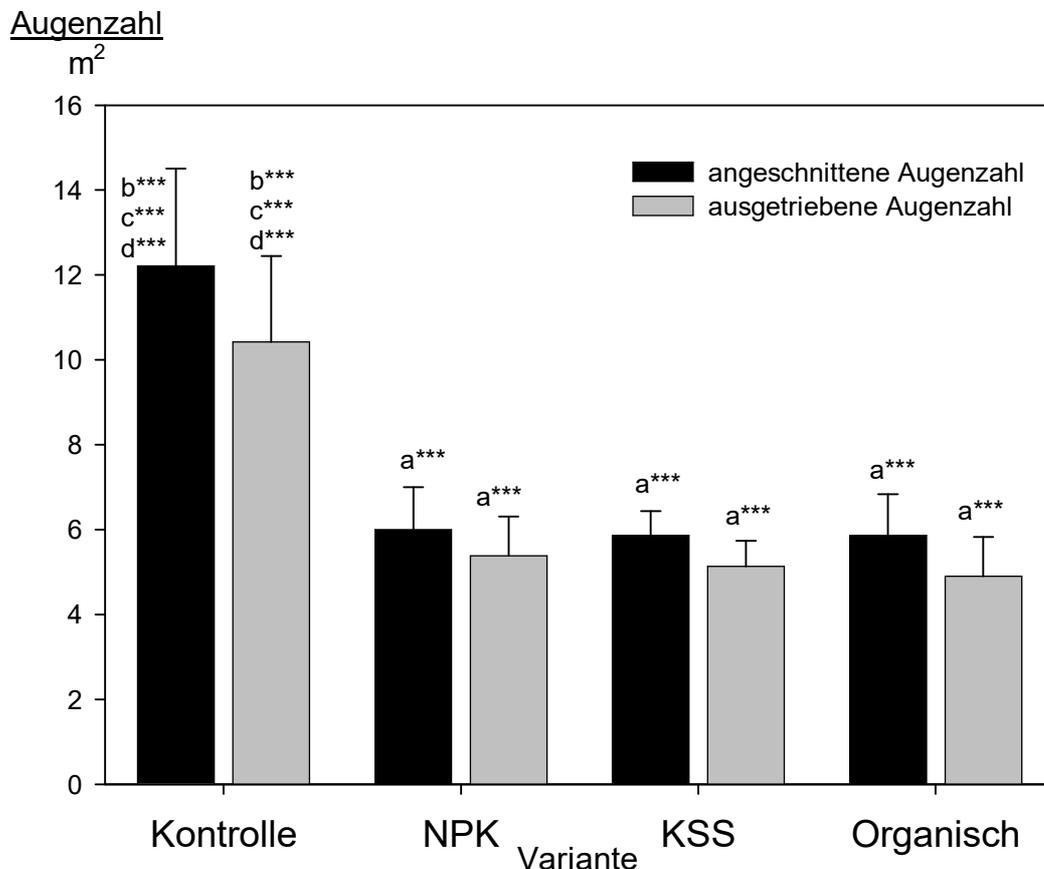


Abb. 3322-3: Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Augenzahl je m² Standraum].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* ≡ p ≤ 0,05; ** ≡ p ≤ 0,005; *** ≡ p ≤ 0,001)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die Ergebnisse der Berechnung des relativen Anschnitts auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, sind aus der Abb. 3322-3 ersichtlich. Wie der Abbildung entnommen werden kann, unterschied sich die Versuchsvariante 'Kontrolle' mit Werten von 12,2 und 10,4 statistisch signifikant von allen anderen Versuchsvarianten, welche mit Werten um 6 und 5 deutlich geringere Werte hinsichtlich der mittleren Anzahl an angeschnittenen bzw. ausgetriebenen Augen zeigten.

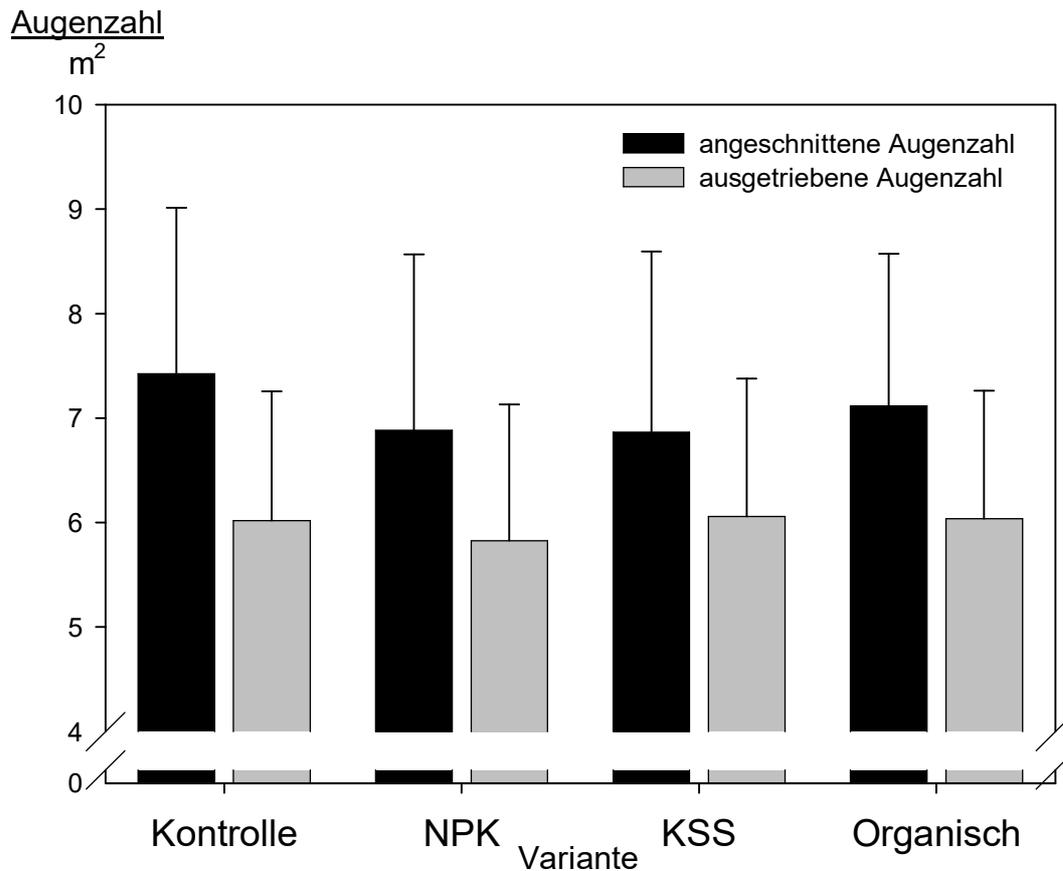


Abb. 3322-4: Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Augenzahl je m² Standraum].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten

(* ≡ $p \leq 0,05$; ** ≡ $p \leq 0,005$; *** ≡ $p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die relative Anzahl an angeschnittenen und ausgetriebenen Augen je Quadratmeter Standraum der Reben auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, für das Jahr 1999, ist in Abb. 3322-4 wiedergegeben. Es wird ersichtlich, dass anders als im Jahr 1998 die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' deutlich geringere Werte aufzeigte und sich damit nicht mehr statistisch signifikant von denen der anderen Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 unterscheiden ließ. In diesem Jahr konnte bei keinem der beiden Parameter mittlere Anzahl angeschnittener bzw. ausgetriebener Augen je Quadratmeter Standraum ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsvarianten festgestellt werden.

3.3.2.2.3 Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999

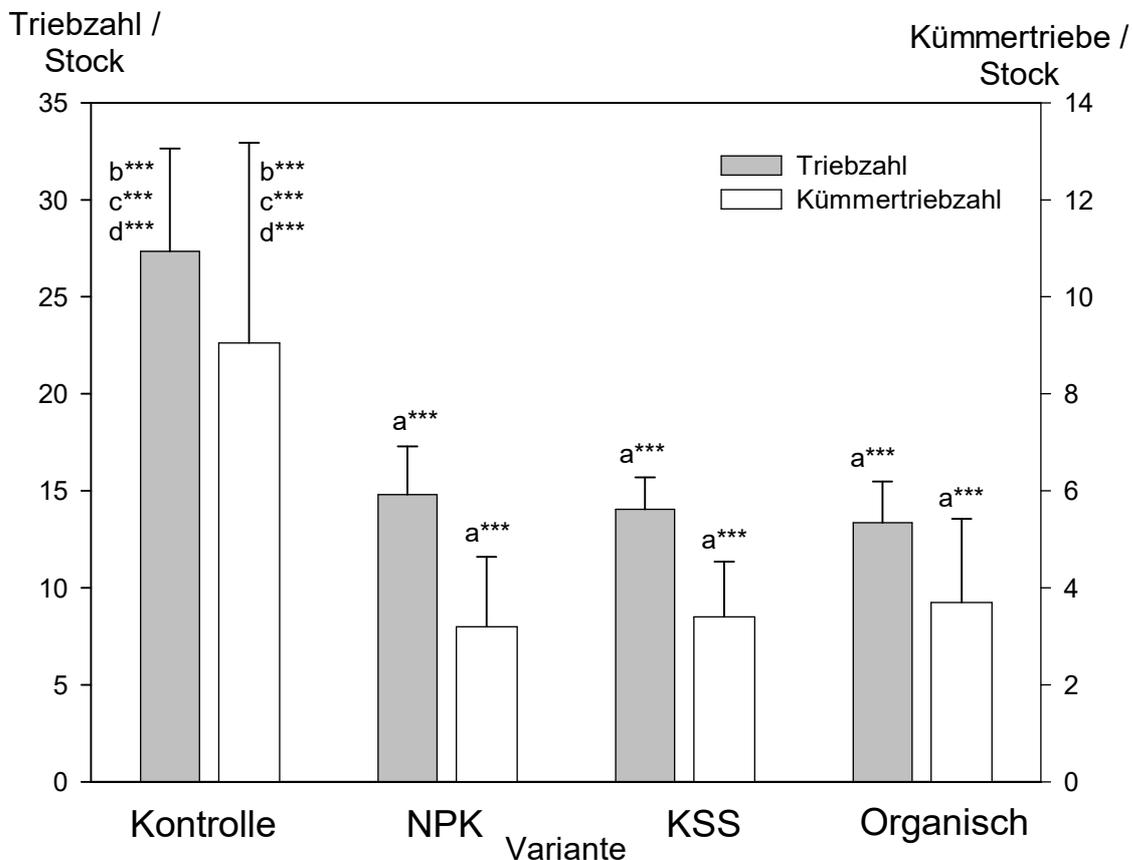


Abb. 3322-5: Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Anzahl (Kümmer-) Triebe je Stock].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abb. 3322-5 zeigt die Ergebnisse der Bestimmung der mittleren Anzahl an Trieben und Kümmertrieben auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998. Hierbei unterschied sich die Versuchsvariante 'Kontrolle' statistisch signifikant von allen anderen Versuchsvarianten dieser Versuchsfläche. Weiterhin zeigten die Reben dieser Versuchsvariante nahezu die zweifache mittlere Anzahl an Trieben je Rebstock, im Vergleich zu den anderen Versuchsvarianten sowie die ungefähr zweieinhalbfache Anzahl an Kümmertrieben. Weitere statistische Unterschiede zwischen Versuchsvarianten wurden nicht ermittelt.

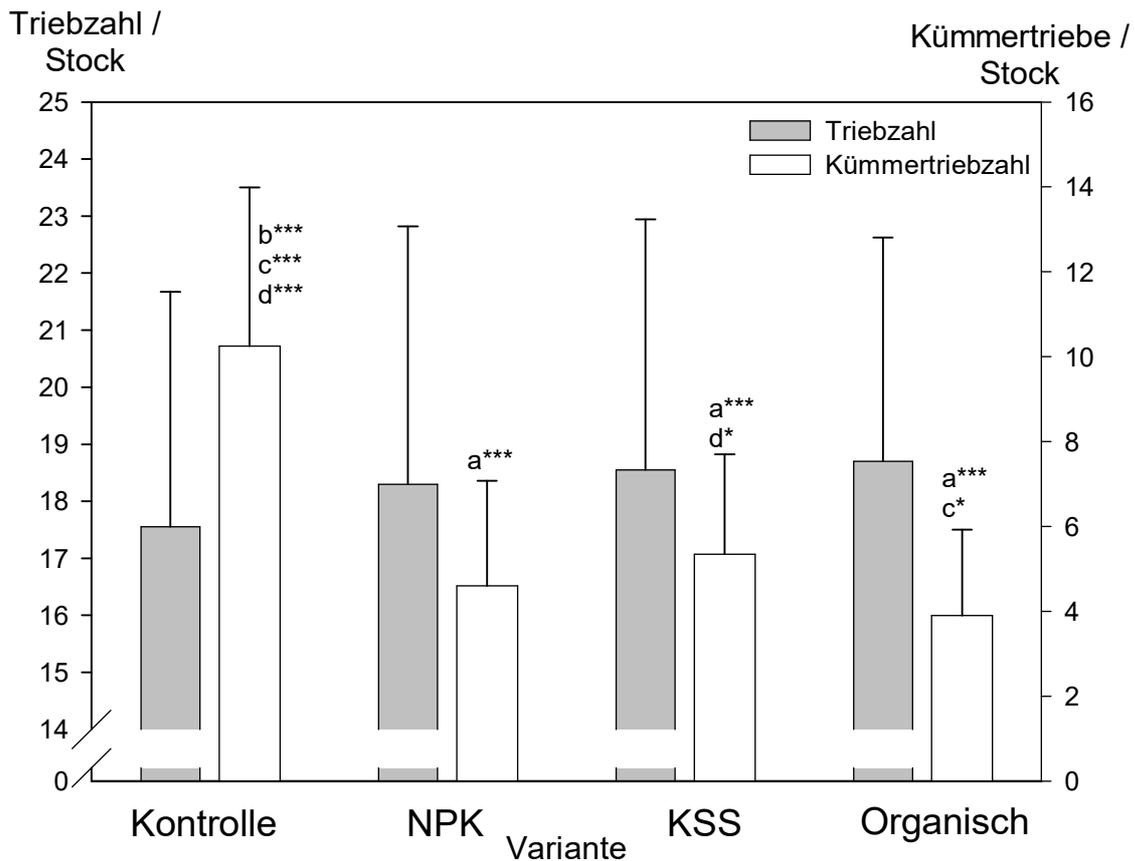


Abb. 3322-6: Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Anzahl (Kümmer-) Triebe je Stock].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die mittlere Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, ist in der Abbildung 3322-6 dargestellt. Anders als im Vorjahr wiesen die Rebstöcke der Versuchsvariante 'Kontrolle' wesentlich weniger und im Vergleich mit den Rebstöcken der weiteren Versuchsvarianten eine ähnliche Anzahl an Trieben auf. Keine Versuchsvariante unterschied sich statistisch signifikant. Wie bereits im Jahr 1999 zeigten aber wiederum die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' die höchste Anzahl an Kümmertrieben. Mit einem ähnlich hohen Wert von 10,25 wie im Jahr 1998, unterschied sich diese Versuchsvariante somit wiederum von allen anderen Versuchsvarianten statistisch signifikant, hinsichtlich der Anzahl an Kümmertrieben je Rebstock. Weiterhin unterschieden sich auch die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' statistisch signifikant, wobei die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' die geringere Anzahl an Kümmertrieben aufwiesen. Insgesamt betrachtet zeigten die Reben der

Versuchsvariante 'Organisch' die geringste Anzahl an Kümmertrieben im Jahr 1999, wobei nur der Unterschied zu der Versuchsvariante 'NPK' nicht statistisch abgesichert werden konnte.

3.3.2.2.4 Relative Triebzahlen in den Jahren 1998 und 1999

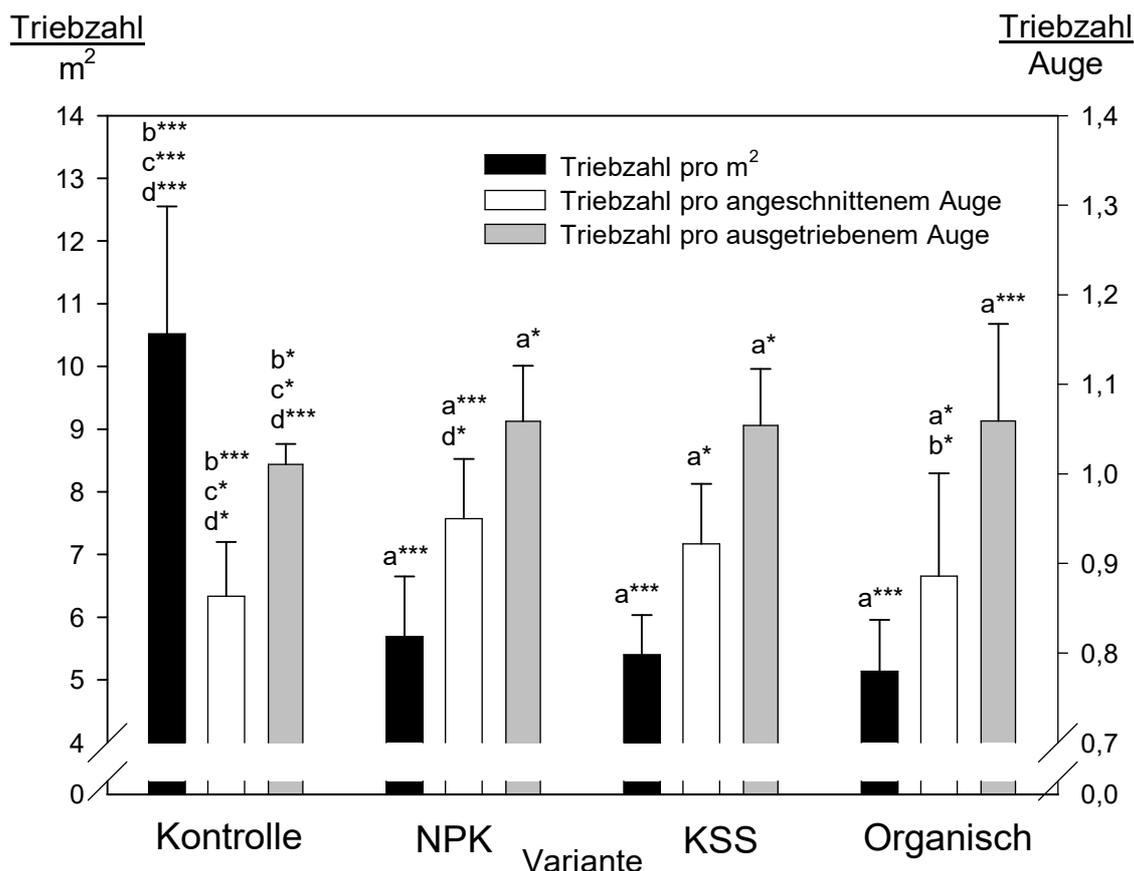


Abb. 3322-7: Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Anzahl Triebe je m² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenem Auge].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* ≡ p ≤ 0,05; ** ≡ p ≤ 0,005; *** ≡ p ≤ 0,001)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Aus Abb. 3322-7 sind die relativen Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je angeschnittenem bzw. ausgetriebenem Auge auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, zu entnehmen. Bei der Triebzahl je Quadratmeter Standraum zeigte sich ein um circa 46 % höherer Wert auf der Versuchsvariante 'Kontrolle', verglichen mit den weiteren Versuchsvarianten dieser Versuchsfläche. Somit unterschieden sich die Reben der

Versuchsvariante 'Kontrolle' statistisch signifikant von denen der Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch', welche ähnliche Werte aufwiesen. Weiterhin unterschieden sich die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' auch hinsichtlich der Triebzahlen je angeschnittenem Auge. Hier wiesen die Reben dieser Versuchsvarianten die statistisch signifikant geringsten Werte aller Versuchsvarianten auf. Aber auch die Versuchsvariante 'Organisch' unterschied sich statistisch signifikant von der Versuchsvariante 'NPK', welche die höchste Anzahl von Trieben je angeschnittenem Auge aufwies. Auch hinsichtlich der Anzahl an Trieben, je ausgetriebenem Auge, wies die Versuchsvariante 'Kontrolle' den statistisch signifikant geringsten Wert auf. Der höchste Wert wurde für die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' ermittelt, wobei die Unterschiede zu den Rebstöcken der Versuchsvarianten 'KSS' und 'NPK' nicht statistisch abgesichert werden konnte.

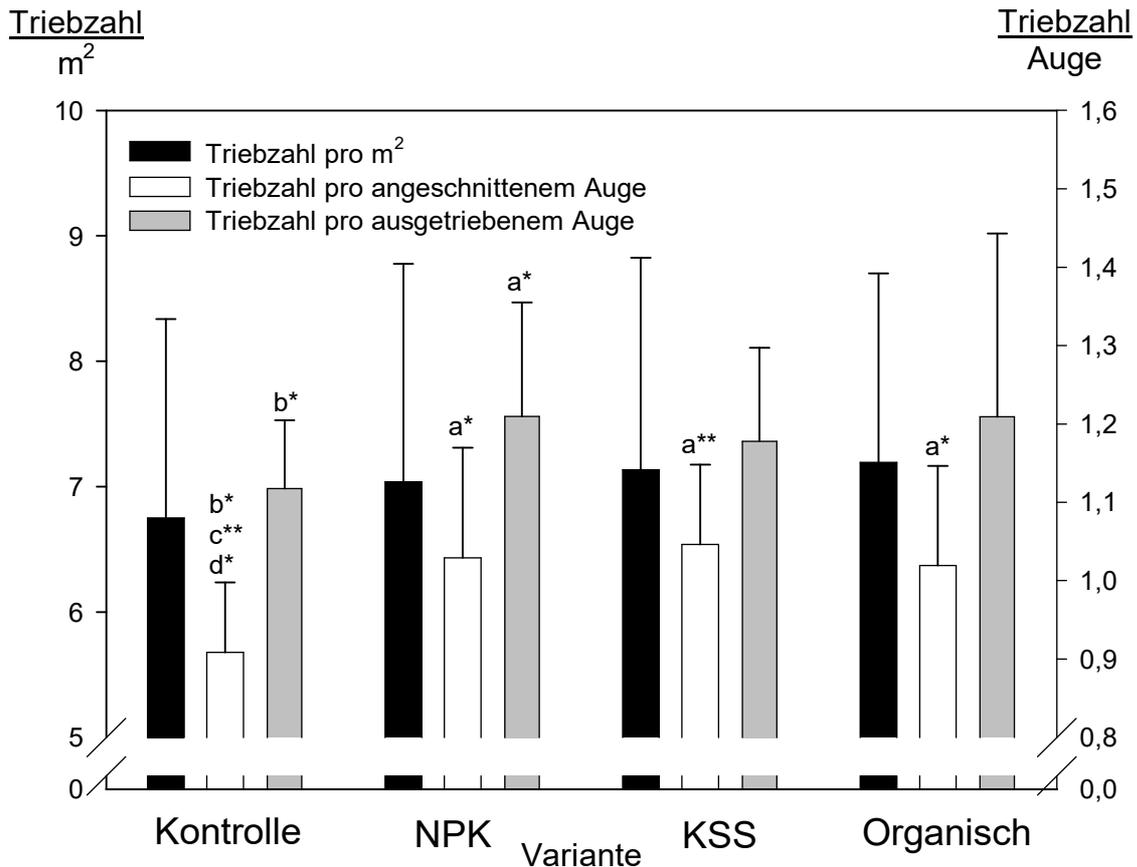


Abb. 3322-8: Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Anzahl Triebe je m² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenem Auge]. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$) Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Eine Übersicht über die relativen Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je angeschnittenem bzw. ausgetriebenem Auge, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, gibt die Abbildung 3322-8. Es zeigte sich, dass im Jahr 1999 die Versuchsvariante 'Kontrolle' die geringsten Werte hinsichtlich aller drei ermittelten Parameter aufwies. Zudem war die mittlere Zahl an Trieben je Quadratmeter mit 6,75, im Vergleich zum Vorjahr, in welchem ein Wert von 10,52 für die Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt wurde, deutlich reduziert. Somit wiesen die Reben aller Versuchsvarianten ähnliche mittlere Anzahlen an Trieben je Quadratmeter auf, ohne dass statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden konnten. Die höchste Anzahl an Trieben je Quadratmeter zeigte die Versuchsvariante 'Organisch'. Hinsichtlich der mittleren Anzahl an Trieben je

angeschnittenem Auge unterschied sich wiederum nur die Versuchsvariante 'Kontrolle' durch den geringsten Wert von 0,91 statistisch signifikant von den anderen Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1. Weiterhin wies diese Versuchsvariante auch die geringste Anzahl an Trieben je ausgetriebenem Auge auf. Ein statistisch signifikanter Unterschied bestand aber lediglich im Vergleich zur Versuchsvariante 'NPK,' welche mit 1,21 Trieben je angeschnittenem Auge den höchsten Wert aller Versuchsvarianten zeigte.

3.3.2.2.5 Triebblängen in den Jahren 1998 und 1999

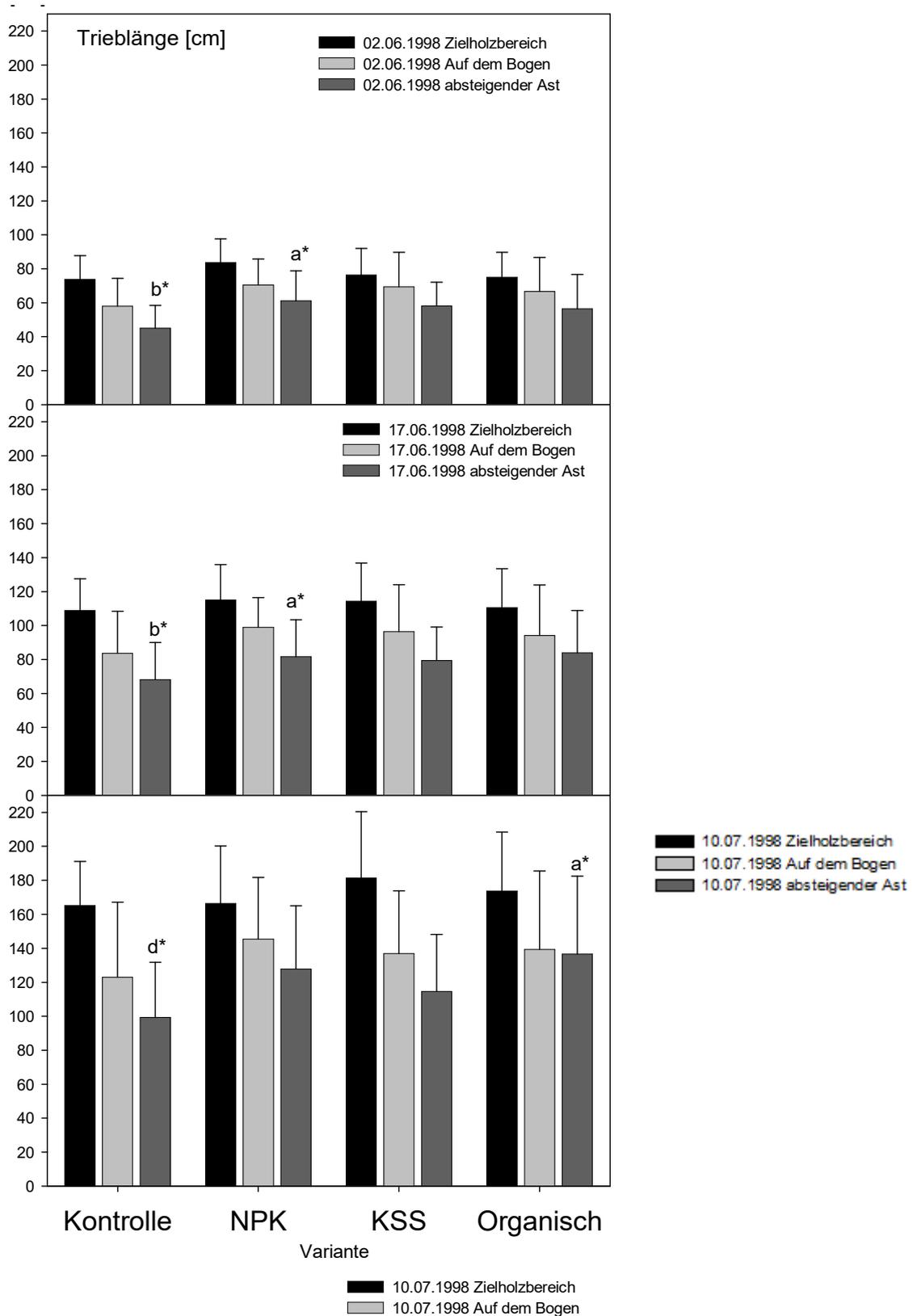


Abb. 3322-9: Triebblängen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 am 02.06., 17.06. und 10.07. 1998 [cm].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abbildung 3322-9 zeigt die Ergebnisse der Trieb­längenbestimmung an den Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998. Am ersten Termin (02.06.1998) wies die Versuchsvariante 'Kontrolle' sowohl im Zielholzbereich als auch in den Wuchsbereichen 'auf dem Bogen' und 'absteigender Ast' die geringsten Trieb­längen auf. Dahingegen zeigten die Reben der Versuchsvariante 'NPK' in allen drei Wuchsbereichen die längsten Triebe. Ein statistisch signifikanter Unterschied zeigte sich allerdings nur zwischen der Länge der Triebe auf dem 'absteigenden Ast' zwischen den beiden genannten Versuchsvarianten. Die Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' zeigten stets intermediäre Trieb­längen. Beim zweiten Untersuchungstermin, am 17.06.1998, wurden wiederum die geringsten Trieb­längen aller Wuchsbereiche bei Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' festgestellt. Weiterhin zeigten die Reben der Versuchsvariante 'NPK' wiederum die längsten Triebe sowohl im Zielholzbereich als auch auf dem Bogen. Auf dem 'absteigenden Ast' wuchsen die längsten Triebe bei diesem Termin hingegen bei Reben der Versuchsvariante 'Organisch'. Dennoch bestand ein statistisch signifikanter Unterschied wiederum nur zwischen den Reben den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK', hinsichtlich der Trieb­längen auf dem 'absteigenden Ast'. Weitere statistisch signifikante Unterschiede konnten auch beim zweiten Beprobungstermin nicht festgestellt werden. Auch bei der dritten Beprobung, am 10.07.1998, wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' wiederum in allen untersuchten Wuchsbereichen - Zielholzbereich, 'auf dem Bogen', 'absteigender Ast' - die Triebe mit den geringsten Längen auf. Die Versuchsvariante 'NPK' hingegen zeigte bei diesem dritten Termin die längsten Triebe aller Versuchsvarianten nur noch 'auf dem Bogen'. Im Zielholzbereich wuchsen die längsten Triebe bei Reben der Versuchsvariante 'KSS', auf dem 'absteigenden Ast' waren die Triebe der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' am längsten. Letztgenannte unterschieden sich damit auch statistisch signifikant von denen der Versuchsvariante 'Kontrolle'. Auch bei diesem Termin konnten keine weiteren statistischen Signifikanzen errechnet werden.

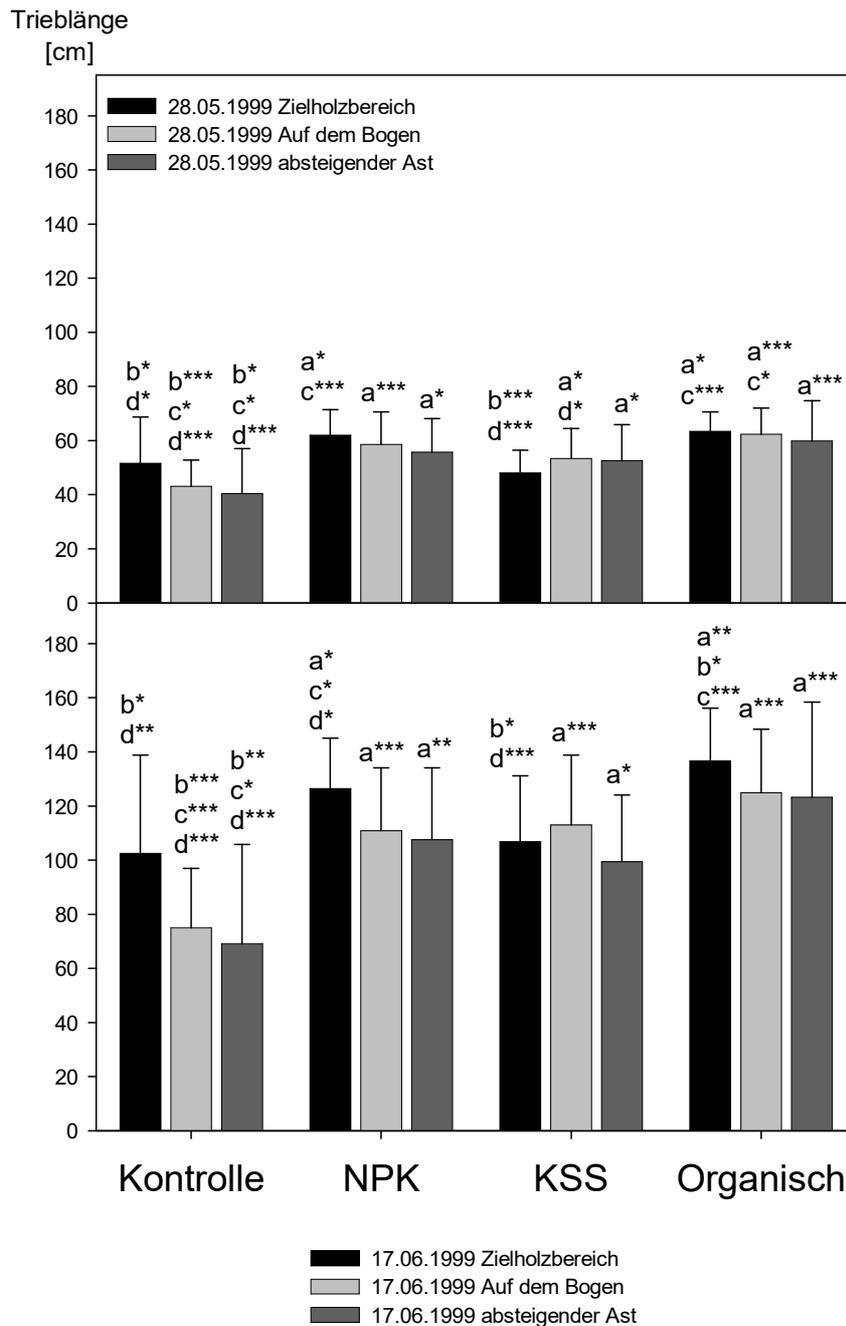


Abb. 3322-10: Triebblängen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 am 28.05. und 17.06.1999 [cm].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* ≡ p ≤ 0,05; ** ≡ p ≤ 0,005; *** ≡ p ≤ 0,001) Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die für die Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, ermittelten Triebblängen sind der Abb. 3322-10 zu entnehmen. Mit einer Ausnahme der Triebblängen bei Reben im Zielholzbereich, der Versuchsvariante 'KSS', bei der ersten Beprobung (28.05.) diesen Jahres, zeigten wiederum wie im Vorjahr die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' die statistisch signifikant geringsten Triebblängen in allen Wuchsbereichen. Der Unterschied zwischen den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS', bei der ersten Beprobung, war allerdings nicht statistisch signifikant. Die längsten Triebe im Zielholzbereich wurden bei der ersten Beprobung auf den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch', welche sich nicht statistisch signifikant unterschieden, festgestellt. Hinsichtlich aller anderen Wuchsbereiche bzw. im Falle der zweiten Beprobung, hinsichtlich aller Varianten, wurden die höchsten Triebblängen auf der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen. Allerdings konnte der Unterschied bei Trieben 'auf dem Bogen' und auf dem 'absteigenden Ast' nur im Vergleich mit den Reben der Versuchsvariante Kontrolle statistisch belegt werden. Bei Trieben des Zielholzbereichs unterschieden sich die längeren Triebe der Versuchsvariante 'Organisch' auch von den kürzeren Trieben der Versuchsvariante 'KSS' bei der ersten Beprobung sowie von denen der Varianten 'NPK' und 'KSS' bei der zweiten Beprobung statistisch signifikant.

3.3.2.2.6 Triebblängenzuwachs in den Jahren 1998 und 1999

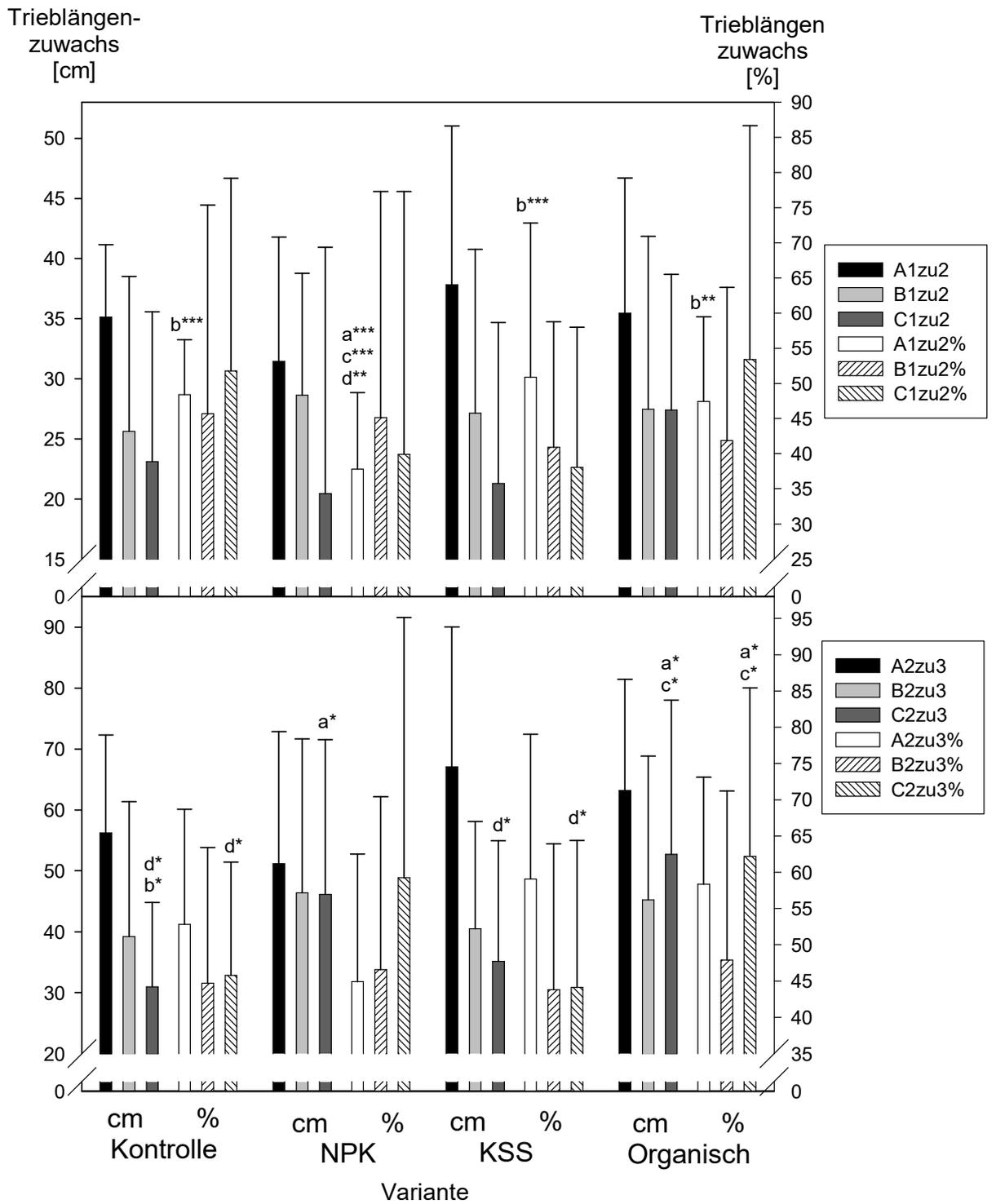


Abb. 3322-11: Absolute und prozentuale Triebblängenzuwächse auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zwischen den Vergleichsterminen 02.06., 17.06. und 10.07. 1998 [cm; %].

A: Vergleich des Triebblängenzuwachses der Beprobungstermine 1 (02.06.1998) und 2 (17.06.1998).

B: Vergleich des Triebblängenzuwachses der Beprobungstermine 2 (17.06.1998) und 3 (10.07.1998).

A1: Triebe im Zielholzbereich (Position A) am 1. Beprobungstermin; A2, A3 analog;

B1: Triebe auf dem Bogen (Position B) am 1. Beprobungstermin; B2, B3 analog;

C1: Triebe im absteigenden Bereich des Bogens (Position C) am 1. Beprobungstermin; C2, C3 analog.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten

(* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Für die Versuchsfläche Kiedrich 1, wurden im Jahr 1998 die in Abb. 3322-11 dargestellten absoluten und prozentualen Triebblängenzuwächse ermittelt. Im Zielholzbereich (Position A) wurde im Jahr 1998 der höchste Triebblängenzuwachs, absolut und prozentual sowohl im Vergleich der ersten beiden Beprobungstermine (02.06., 17.06.1998) als auch im Vergleich des zweiten (17.06.1998) und dritten (23.06. 1998) Beprobungstermins für die Reben der Versuchsvariante 'KSS' ermittelt. Der Unterschied der Triebblängen war aber nur im Vergleich der ersten zur zweiten Beprobung gegenüber der Versuchsvariante 'NPK' statistisch signifikant, hinsichtlich des prozentualen Triebblängenzuwachses im Zielholzbereich. Diese Versuchsvariante zeigte bei beiden Terminvergleichen stets die geringsten absoluten und prozentualen Triebblängenzuwächse aller Versuchsvarianten. Bei den Trieben der Wuchsposition B, 'auf dem Bogen', konnte dahingegen in keinem Fall ein statistisch signifikanter Unterschied im Triebblängenzuwachs der Reben auf den verschiedenen Versuchsvarianten nachgewiesen werden. Auf dem 'absteigenden Ast' wurden die größten Triebblängenzuwächse stets bei Reben der Versuchsvariante 'Organisch' ermittelt und zwar sowohl im Vergleich der ersten beiden Beprobungstermine, als auch im Vergleich des zweiten und dritten Beprobungstermins. Dieser im Vergleich zu den Reben anderer Versuchsvarianten erhöhte Triebblängenzuwachs spiegelte sich auch in den Ergebnissen der statistischen Analyse wider. So zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' bei der Wuchsposition C statistisch signifikante absolute Triebblängenzuwächse im Vergleich zu den Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS'. Weiterhin ergab auch der Vergleich der prozentualen Triebblängenzuwächse der genannten Versuchsvarianten ein statistisch signifikantes Analyseergebnis. Weitere statistische Signifikanzwerte konnten hinsichtlich der absoluten und prozentualen

Trieb­längen­zuwächse, der Reben auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, nicht ermittelt werden.

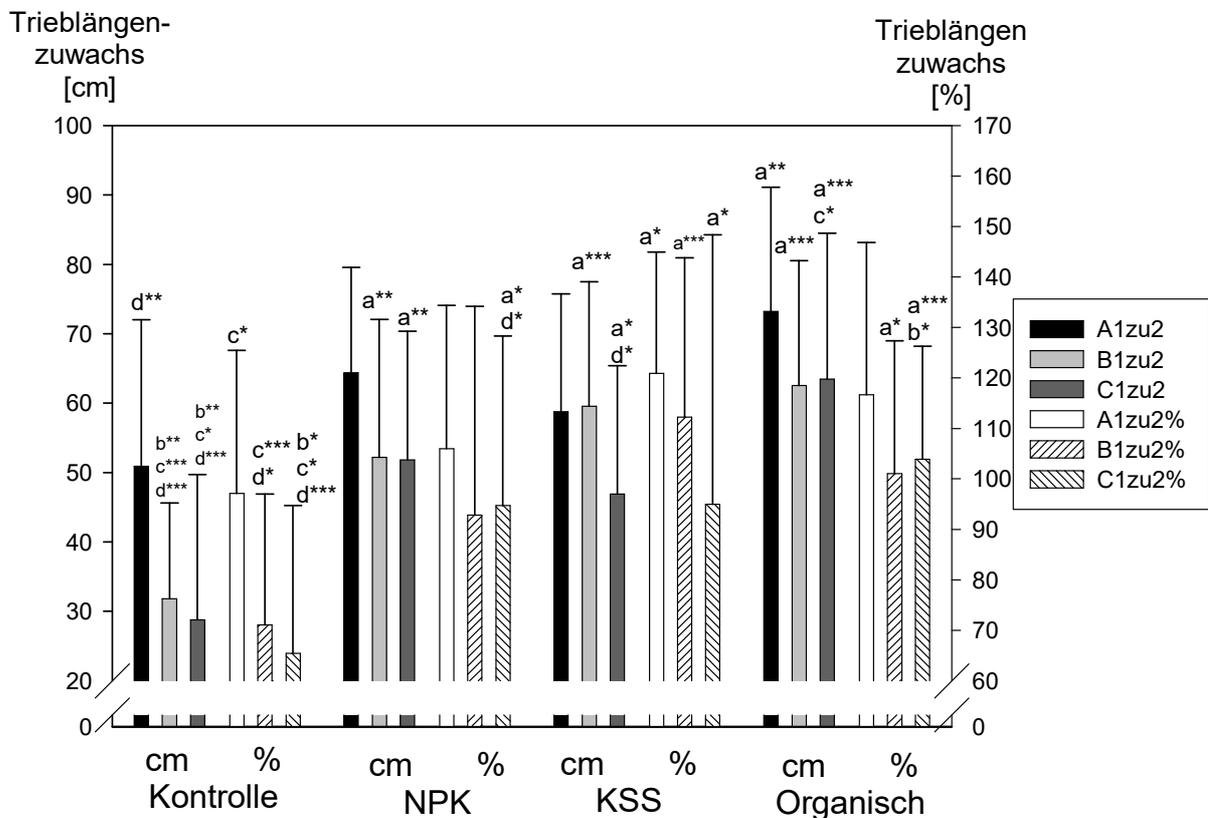


Abb. 3322-12: Absolute und prozentuale Trieb­längen­zuwächse auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zwischen den Vergleichsterminen 28.05. und 17.06.1999 [cm; %].
A1: Triebe im Zielholzbereich (Position A) am 1. Beprobungstermin; A2 analog;
B1: Triebe auf dem Bogen (Position B) am 1. Beprobungstermin; B2 analog;
C1: Triebe im absteigenden Bereich des Bogens (Position C) am 1. Beprobungstermin; C2 analog.
Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)
Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Aus Abb. 3322-12 sind die absoluten und prozentualen Längen­zuwächse der Triebe, der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, im zweiten Versuchsjahr 1999 zu entnehmen. In diesem Versuchsjahr waren vor allem der geringe Trieb­längen­zuwachs der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' und der starke Trieb­längen­zuwachs der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' evident. Die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' wiesen dabei auf allen Wuchspositionen die geringsten absoluten und prozentualen Trieb­längen­zuwächse aller Versuchsvarianten auf. Statistisch unterschieden sich die

Absolutwerte der Triebe der Reben damit signifikant von denen der Variante 'Organisch', im Falle der Wuchsposition Zielholz und von allen anderen Vergleichsvarianten in den Fällen der Wuchspositionen 'auf dem Bogen' und 'im absteigenden Bereich des Bogens'. Betrachtet man die Ergebnisse der prozentualen Triebblängenzuwächse, so zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' statistisch signifikante Unterschiede zu den Reben der Versuchsvariante 'KSS', im Falle der Triebe im Zielholzbereich, zu den Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch', im Falle der Wuchsposition 'auf dem Bogen' und zu den Reben aller Versuchsvarianten, im Falle der Wuchsposition C. Mit Ausnahme des prozentualen Triebzuwachses im Zielholzbereich war der Unterschied zur Versuchsvariante 'Organisch' somit statistisch signifikant. Die Reben der letztgenannten Versuchsvariante wiesen zwar stets die größten, absoluten Triebblängenzuwächse im Jahr 1999 auf, ein statistisch signifikanter Unterschied konnte aber nur im Vergleich mit den Triebzuwächsen der Versuchsvariante 'KSS', auf der Wuchsposition C, nachgewiesen werden. Bei den prozentualen Längenzuwächsen konnte weiterhin ein statistisch signifikanter Unterschied zur Versuchsvariante 'NPK' ermittelt werden, hinsichtlich der Triebe auf dem 'absteigenden Bereich des Bogens', wobei die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' den größeren Zuwachs zeigten. Weitere statistisch signifikante Unterschiede zwischen Reben verschiedener Versuchsvarianten wurden im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 nicht ermittelt.

3.3.2.2.7 Gipfellaubgewicht in den Jahren 1998 und 1999

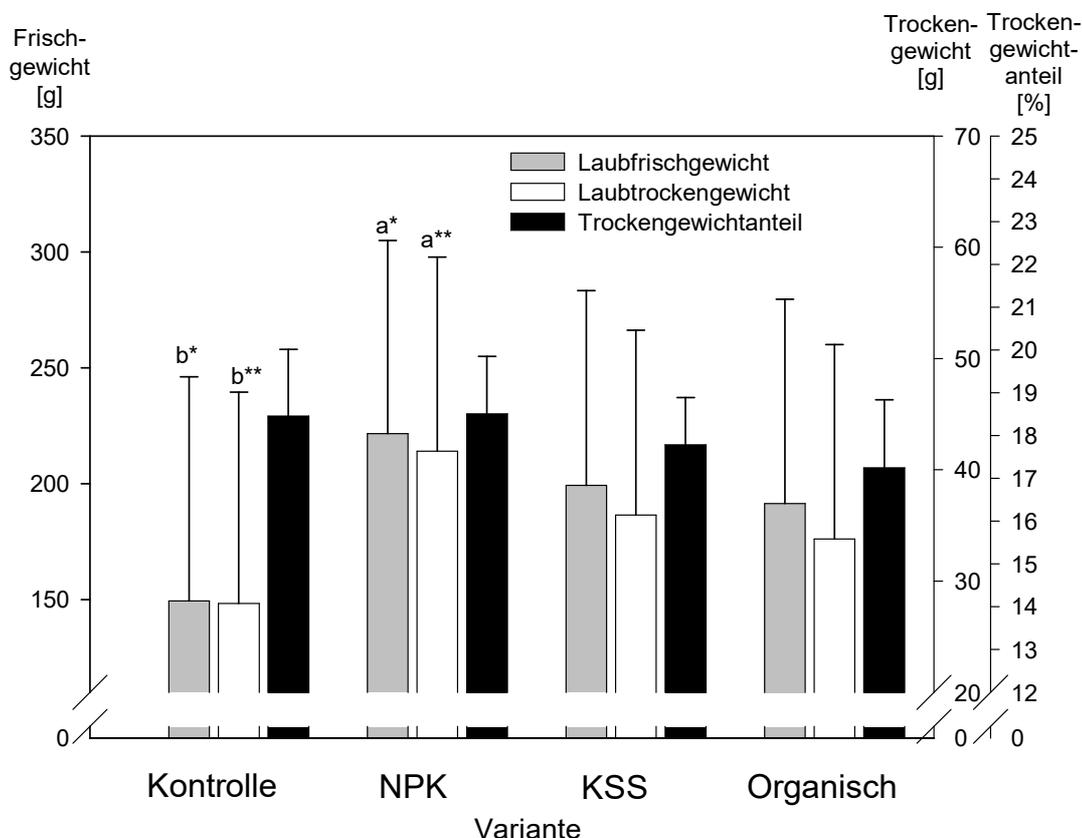


Abb. 3322-13: Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3322-13 sind die Ergebnisse der Bestimmung des Gipfellaubgewichts (Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil) für die Rebstöcke der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, wiedergegeben. Sowohl beim Laubfrischgewicht als auch beim Laubtrockengewicht wurden die geringsten Werte bei den Rebstöcken der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Die mittleren Frisch- und Trockengewichte des Gipfellaubs dieser Reben waren um circa 33 % geringer als die der Reben mit den höchsten Frisch- und Trockengewichten, welche auf der Versuchsvariante 'NPK' wuchsen. Diese Unterschiede spiegeln sich auch in den statistischen Analyseergebnissen durch signifikante Werte wider. Zusätzliche statistisch signifikante Unterschiede im Frisch- oder Trockengewicht des Gipfellaubs wurden nicht bestimmt.

Hinsichtlich des Trockengewichtanteils konnten ebenfalls keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Reben der Versuchsvarianten festgestellt werden.

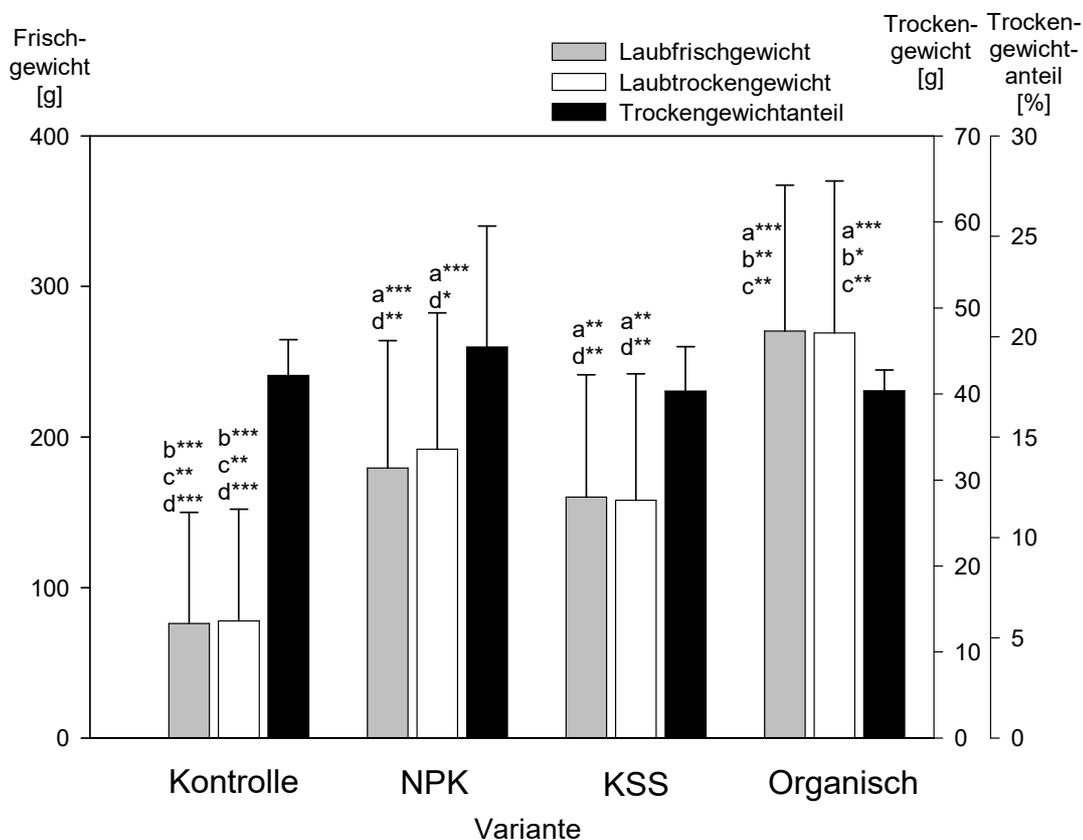


Abb. 3322-14: Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [g; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die für die Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 ermittelten Frisch- und Trockengewichte sowie die Trockengewichtsanteile im Jahr 1999, sind in Abb. 3322-14 dargestellt. Wie bereits im Vorjahr so wiesen auch im Jahr 1999 die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' die geringsten Frisch- und Trockengewichte aller Versuchsvarianten beim Gipfellaub auf; insgesamt lagen die Werte niedriger als im Vorjahr. Im Jahr 1999 unterschieden sich die Reben dieser Versuchsvariante aber statistisch signifikant von den Reben aller weiteren Versuchsvarianten. Im Gegensatz zum Vorjahr wurden die höchsten Gipfellaubgewichte aber auf der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen, welche zudem statistisch signifikant höher waren, nicht nur im Vergleich mit den

Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle', sondern auch zu den beiden weiteren Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS'. Bei den Reben der Versuchsvariante mit den geringsten Frisch- und Trockengewichten ('Kontrolle') betragen diese lediglich 28 % bzw. 29 % der auf der Versuchsvariante 'Organisch' gemessenen Gewichte. Die beiden letztgenannten Versuchsvarianten zeigten ähnliche, intermediäre Werte. Hinsichtlich des Trockengewichtsanteils unterschieden sich die Reben der Versuchsvarianten, der Versuchsfläche Kiedrich 1, wiederum nicht statistisch signifikant voneinander, wobei wiederum der höchste Trockengewichtsanteil beim Gipfellaub der Versuchsvariante 'NPK' ermittelt wurde, die geringsten Werte wiederum auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch'.

3.3.2.2.8 Chlorophyllgehalt in den Jahren 1998 und 1999

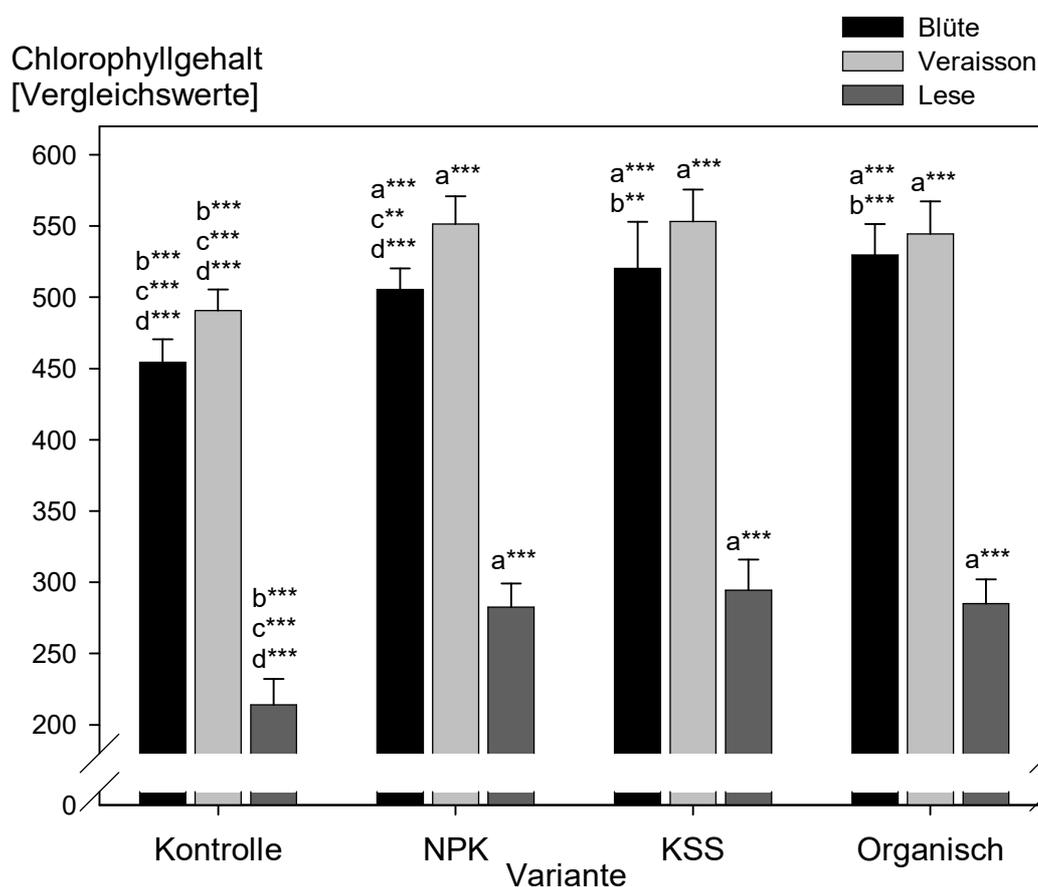


Abb. 3322-15: Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Aus der Abb. 3322-15 sind die mittleren Chlorophyllgehalte der Rebblätter zu den Zeitpunkten Blüte, Veraison und Lese, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, in der Vegetationsperiode 1998 ersichtlich. In diesem Jahr wurden die statistisch signifikant geringsten Chlorophyllgehalte bei allen drei Beprobungsterminen, Blüte, Veraison und Lese, für die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Damit zeigten die Blätter der Reben dieser Versuchsvarianten um 15 %, 12 % und 28 % geringere Werte als die Reben der Versuchsvarianten mit den höchsten gemessenen Werten 'Organisch' (Blüte) und 'KSS' (Veraison und Lese). Einen statistisch signifikant geringeren Chlorophyllgehalt als die Blätter der Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' wiesen nicht nur die der Versuchsvariante 'Kontrolle', sondern auch die der Versuchsvariante 'NPK' zum Zeitpunkt der Blüte auf. Bei späteren Beprobungszeitpunkten bzw. zwischen den

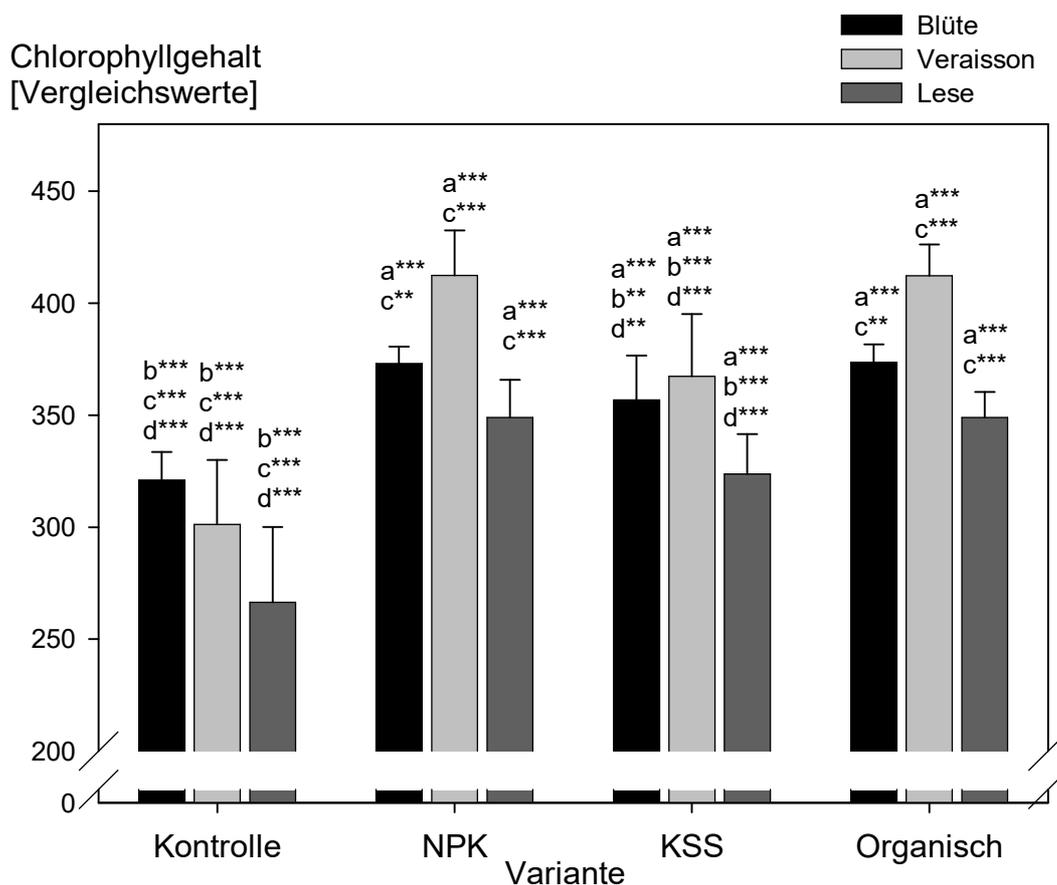


Abb. 3322-16: Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch', bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede im Chlorophyllgehalt der Blätter im Jahr 1998.

Die mittleren Blattchlorophyllgehalte sowie die Standardabweichungen und statistischen Signifikanzwerte der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, zur Blüte, Veraison und Lese, im Jahr 1999, sind in der Abb. 3322-16 wiedergegeben. Wie bereits im Vorjahr wurden die statistisch signifikant geringsten Werte, bei allen Beprobungsterminen, bei den Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' festgestellt. Die Chlorophyllgehalte der Blätter betragen dabei nur circa 86 %, 73 % bzw. 76 % der Chlorophyllgehalte in den Blättern der Versuchsvarianten mit den höchsten Werten 'NPK' und 'Organisch'. Die Werte der Reben dieser beiden letztgenannten Versuchsvarianten wiesen annähernd gleiche Werte auf, welche sich in keinem Beprobungstermin statistisch signifikant unterschieden. Mittlere Chlorophyllgehalte zeigten die Blätter der Reben der Versuchsvariante 'KSS', welche sich statistisch signifikant sowohl von den geringeren Gehalten der Versuchsvariante 'Kontrolle', als auch von den höheren Gehalten der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch' unterschieden.

3.3.2.2.9 Beeren- und Traubenparameter in den Jahren 1998 und 1999

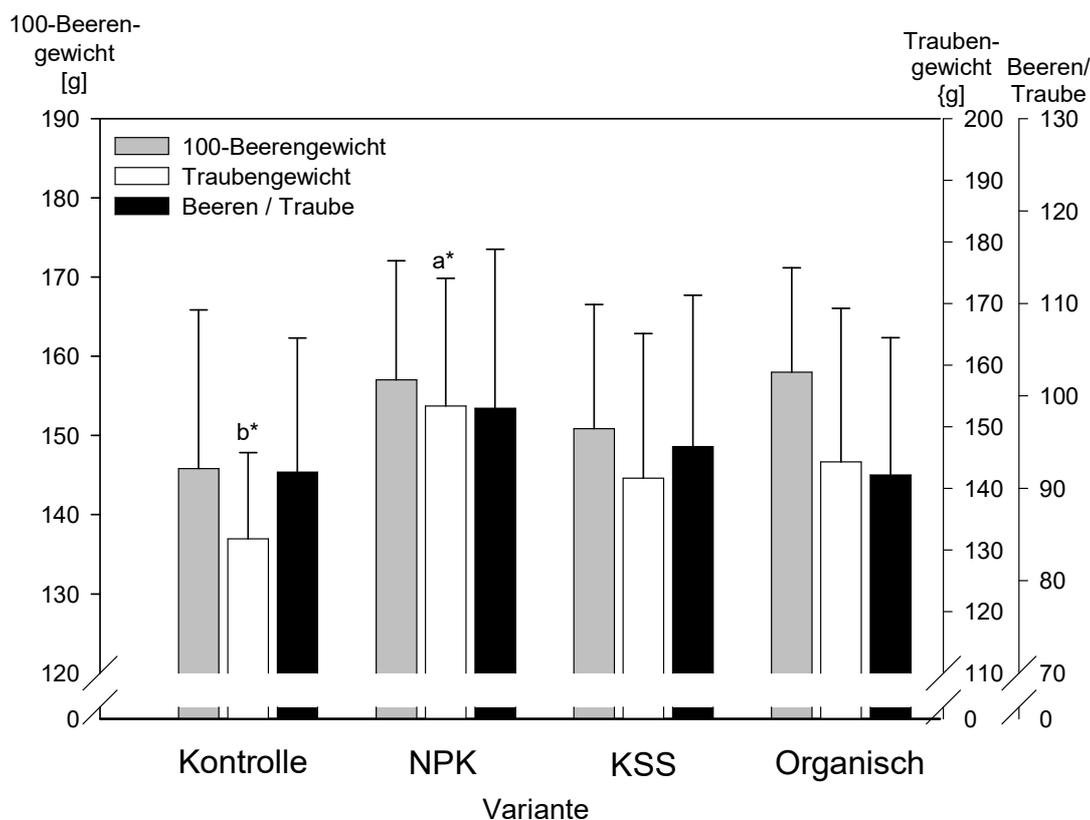


Abb. 3322-17: Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g; Anzahl Beeren/Traube].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die Beeren- und Traubenparameter 100-Beerengewicht, Traubengewicht und Anzahl Beeren je Traube, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, sind der Abb. 3322-17 zu entnehmen. Bezüglich dem 100-Beerengewicht und dem Traubengewicht wurden die geringsten Massen für die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Hinsichtlich des Traubengewichts unterschieden sich die Reben dieser Versuchsvariante somit statistisch signifikant von den Reben mit dem höchsten Messwert der Versuchsvariante 'NPK'. Weiterhin wiesen die Reben der Versuchsvariante 'NPK' auch die höchste mittlere Anzahl Beeren je Traube auf, wobei aber kein statistisch signifikanter Unterschied zu den Reben anderer Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 bestand. Das höchste 100-Beerengewicht wurde an den Reben der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen, wobei auch dieser Wert nicht statistisch abgesichert werden konnte.

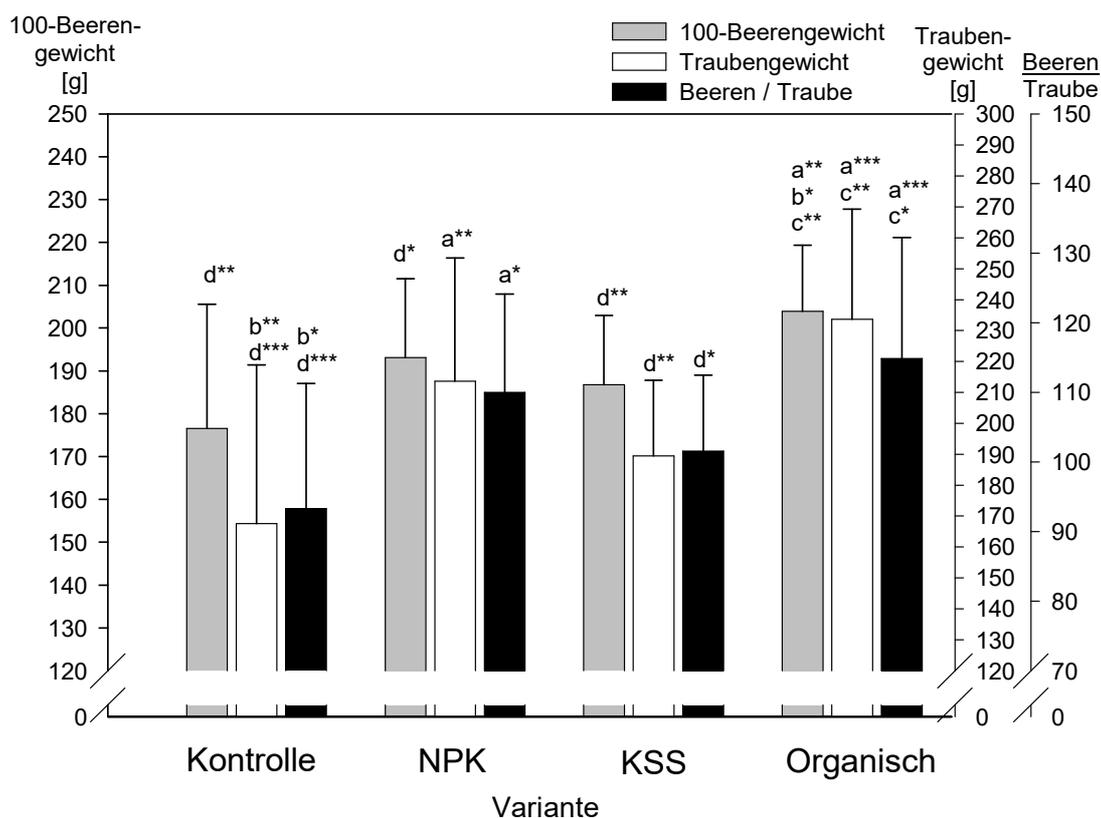


Abb. 3322-18: Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [g; Anzahl Beeren/Traube].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Analog zum Jahr 1998 sind die Ergebnisse der ermittelten Beeren- und Traubenparameter 100-Beerengewicht, Traubengewicht sowie die Anzahl Beeren je Traube, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, für das Jahr 1999, in Abb. 3322-18 dargestellt. Wiederum wurden die geringsten Werte bei Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' gemessen. Bei allen drei Parametern unterschieden sich die Reben dabei statistisch signifikant von denen der Reben der Versuchsvariante 'Organisch', welche im Jahr 1999 sowohl im 100-Beerengewicht, im Traubengewicht sowie in der Anzahl der Beeren je Traube, Höchstwerte aufwies. Im Vergleich zur Versuchsvariante 'Kontrolle' zeigte aber auch die Versuchsvariante 'NPK' statistisch signifikant höhere Werte hinsichtlich des Traubengewichts und der Anzahl an Beeren je Traube. Weiterhin unterschied sich die Versuchsvariante 'Organisch' durch ein statistisch signifikant höheres 100-Beerengewicht von den

Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' sowie durch ein höheres Traubengewicht von der Versuchsvariante 'KSS'. Zudem wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' auch eine statistisch signifikant höhere Anzahl Beeren je Traube auf, als die Reben der Versuchsvariante 'KSS'. Zwischen den Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' konnten keine statistischen Signifikanzunterschiede ermittelt werden.

3.3.2.2.10 Mostparameter in den Jahren 1998 und 1999

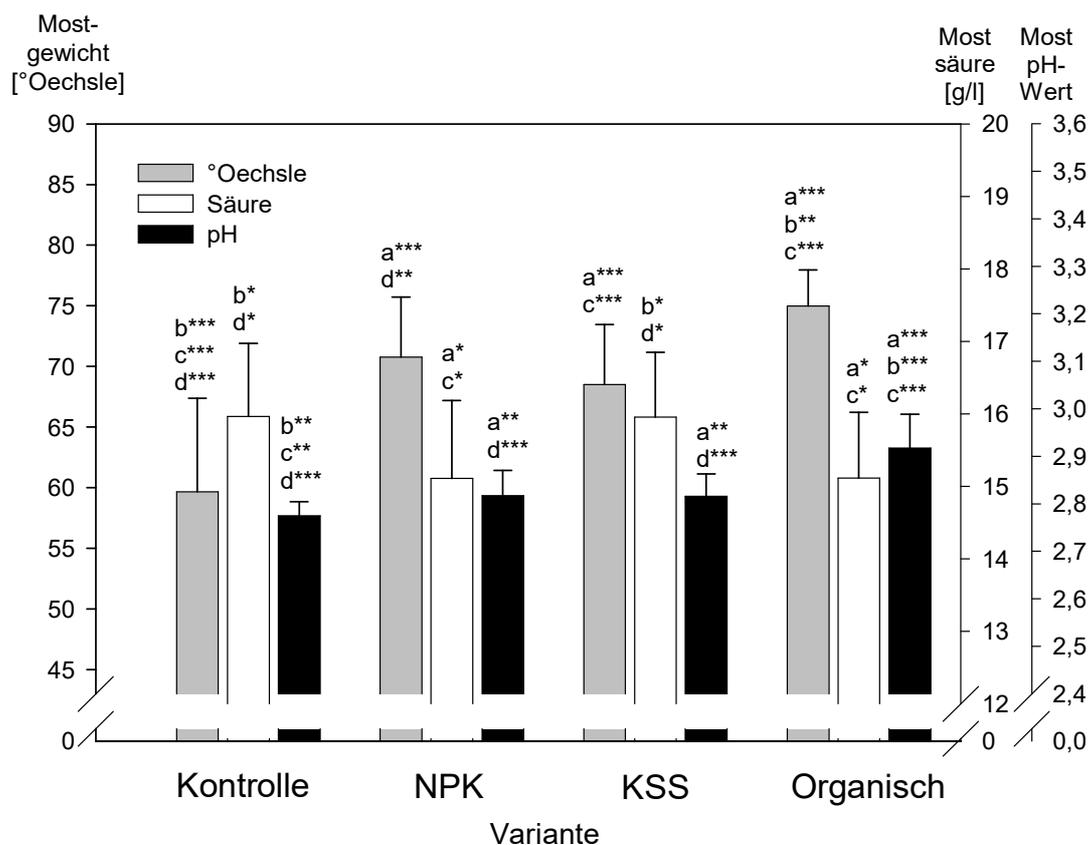


Abb. 3322-19: Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [°Oechsle; g/l].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abb. 3322-19 gibt die Ergebnisse der Bestimmung der Mostparameter Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, wieder. Die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' zeigten mit 75° Öchsle in diesem Jahr, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, das statistisch signifikant höchste mittlere Mostgewicht.

Dieses lag um 21,5 % höher als das der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle', welches den geringsten Wert aller Versuchsvarianten zeigte und sich dadurch ebenfalls statistisch signifikant von den Reben aller anderen Versuchsvarianten unterschieden. Hinsichtlich der Mostsäure wiesen die Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' mit 16 g/l identisch hohe Werte auf, welche statistisch signifikant höher waren als die der Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch'. Die beiden letztgenannten wiesen Werte von 15 g/l auf und unterschieden sich somit nicht statistisch signifikant. Weiterhin unterschieden sich die Reben verschiedener Versuchsvarianten hinsichtlich dem pH-Wert des Mosts. Den statistisch geringsten pH-Wert aller Versuchsvarianten wies der Most der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' auf (2,78 +/- 0,03), den statistisch signifikant höchsten die der Versuchsvariante 'Organisch' (2,92 +/- 0,07). Die Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' zeigten identische, nicht statistisch unterscheidbare pH-Werte.

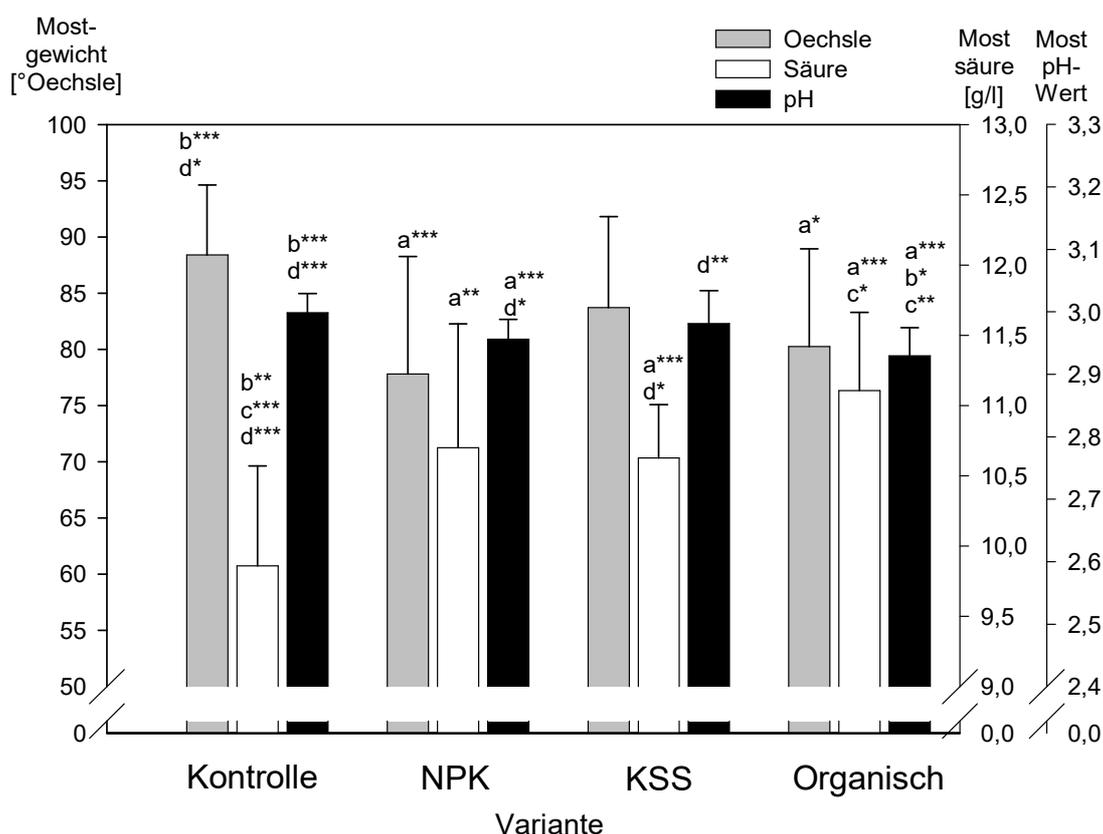


Abb. 3322-20: Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [°Oechsle; g/l].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die Messergebnisse der Bestimmung von Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, sind aus Abb. 3322-20 zu entnehmen. Anders als im Vorjahr wies die Versuchsvariante 'Kontrolle' im Jahr 1999 das höchste Mostgewicht auf und unterschied sich dadurch statistisch signifikant von den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch'. Zwischen den Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' konnten hingegen keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Mostgewichts nachgewiesen werden, ebenso wie für den Vergleich zwischen den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS'. Auch hinsichtlich der Mostsäure konnten auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' im Jahr 1999 gegensätzliche Verhältnisse als im Vorjahr festgestellt werden. Insgesamt lag der Gehalt an Säure im Most auf dieser Versuchsvariante niedriger als im Vorjahr. Zudem wurde aber nicht der niedrigste, sondern der höchste Säuregehalt aller Versuchsvarianten für den Most der Reben, der Versuchsvariante 'Kontrolle', ermittelt. Statistisch abgesichert war dieser Unterschied allerdings nur im Vergleich zu den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch'. Alle anderen Versuchsvarianten zeigten statistisch nicht signifikant unterscheidbare Mostgewichte. Weiterhin waren auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' auch die Ergebnisse der Bestimmung des Gehalts an Mostsäure konträr zu denen des Vorjahres. Der Most der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' wies im Jahr 1999 den statistisch signifikant niedrigsten Gehalt an Säure aller Versuchsvarianten auf, der der Versuchsvariante 'Organisch' den höchsten, wobei dies nur für die Vergleiche mit den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' auf einem statistisch signifikanten Niveau abgesichert werden konnte. Mit Werten von 2,999 und 2,982 zeigten die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS', auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, die höchsten Most-pH-Werte. Die Versuchsvariante 'Kontrolle' unterschied sich statistisch signifikant von den beiden weiteren Versuchsvarianten 'NPK' und 'Organisch', die Versuchsvariante 'KSS' nur von einer der beiden weiteren Versuchsvarianten, nämlich ebenfalls von der Versuchsvariante 'Organisch'. Somit wurde der statistisch signifikant geringste Most-pH-Wert, aller Versuchsvarianten, im Jahr 1999 bei den Reben auf der Versuchsvariante 'Organisch' gemessen.

3.3.2.2.11 Ertragsparameter in den Jahren 1998 und 1999

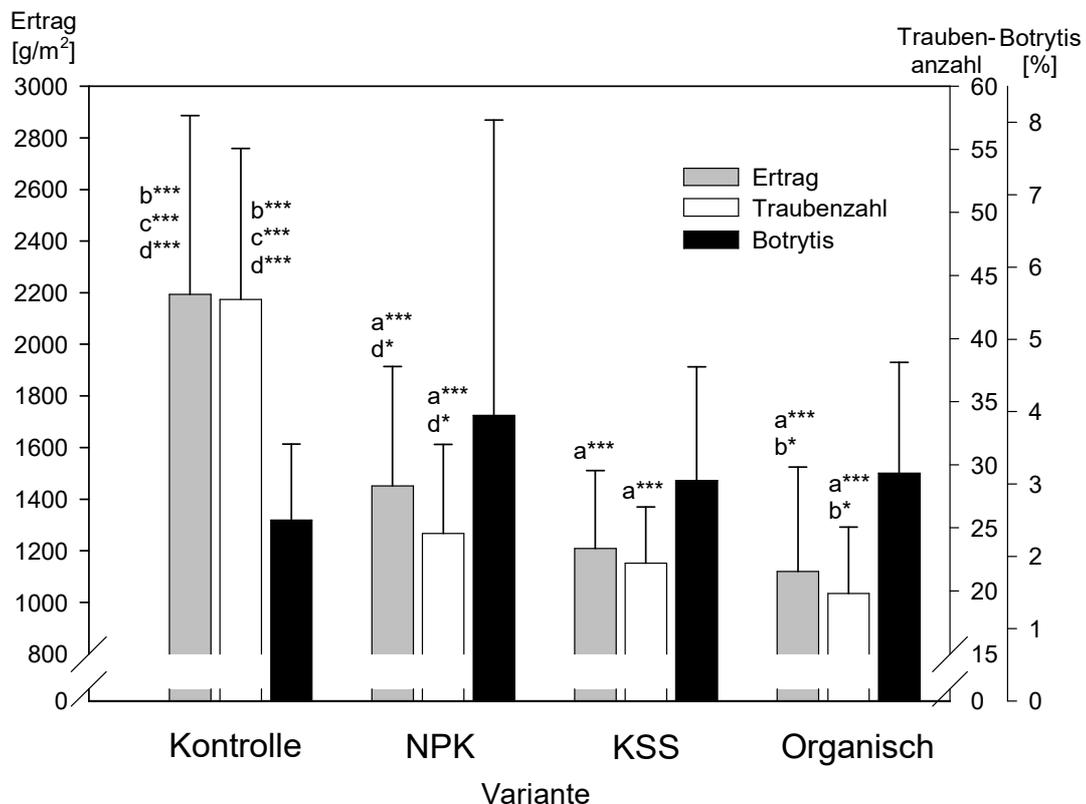


Abb. 3322-21: Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g/m² Standraum Rebe; Anzahl; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998 erhobenen Ertragsparameter, relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall sind Gegenstand der Abb. 3322-21. Im ersten Versuchsjahr wurde der statistisch signifikant höchste Ertrag (49 % mehr Ertrag im Vergleich zur Versuchsvariante 'Organisch') sowie die statistisch signifikant höchste Anzahl an Trauben (55 % mehr Trauben im Vergleich zur Versuchsvariante 'Organisch') an Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' bestimmt. Die geringsten Werte in beiden erhobenen Parametern wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' auf, welche sich aber nur gegenüber der Versuchsvarianten mit den Höchstwerten 'Kontrolle' und der Versuchsvariante 'NPK' statistisch signifikant unterschied. Die Reben der Versuchsvariante 'KSS' zeigten ähnlich geringe und nicht statistisch signifikant unterscheidbare Erträge und Traubenanzahlen als die der Versuchsvariante 'Organisch'.

Zwischen den Reben der Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' konnten hinsichtlich der Ertragsparameter 'relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum' und 'Traubenanzahl' keine statistisch signifikanten Unterschiede errechnet werden. Gleiches gilt auch für alle Versuchsvarianten hinsichtlich des Botrytisbefalls. Der Unterschied zwischen der Versuchsvariante des höchsten Befalls ('NPK') und der des geringsten Befalls ('Kontrolle') betrug nur 1,4 Prozentpunkte. Die in Abb. 3322-21 dargestellte hohe Standardabweichung für die Versuchsvariante 'NPK' ließ daher keine statistisch signifikanten Unterschiede bei diesem Parameter zu.

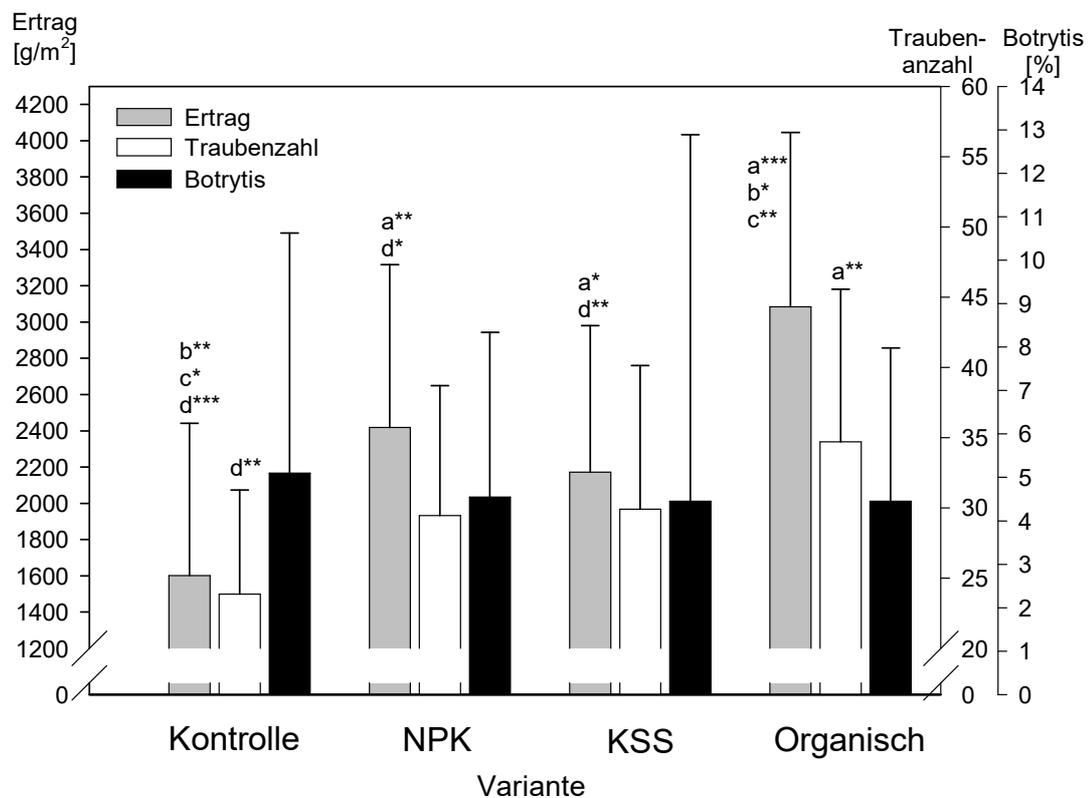


Abb. 3322-22: Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [g/m²; Anzahl; %].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3322-22 sind die Ergebnisse der bestimmten Ertragsparameter - relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall - für die Versuchsfläche Kiedrich 1 und das Jahr 1999 wiedergegeben. In diesem Jahr haben sich die Verhältnisse hinsichtlich der Ertragsparameter, relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum und

Traubenanzahl, im Vergleich zu 1998 umgekehrt. Im Jahr 1999 wurde im Vergleich aller Versuchsvarianten der statistisch signifikant geringste Ertrag an Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt, der statistisch signifikant höchste für die Rebstöcke der Versuchsvariante 'Organisch'. Gleichmaßen unterschieden sich auch die Anzahlen an Trauben auf den Versuchsvarianten wobei sich allerdings ein statistisch signifikanter Unterschied nur zwischen den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'Organisch' ermitteln ließ. Wie bereits im Vorjahr wurde bezüglich des Botrytisbefalls der Trauben kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 festgestellt.

3.3.2.2.12 Relativer Ertrag in den Jahren 1998 und 1999

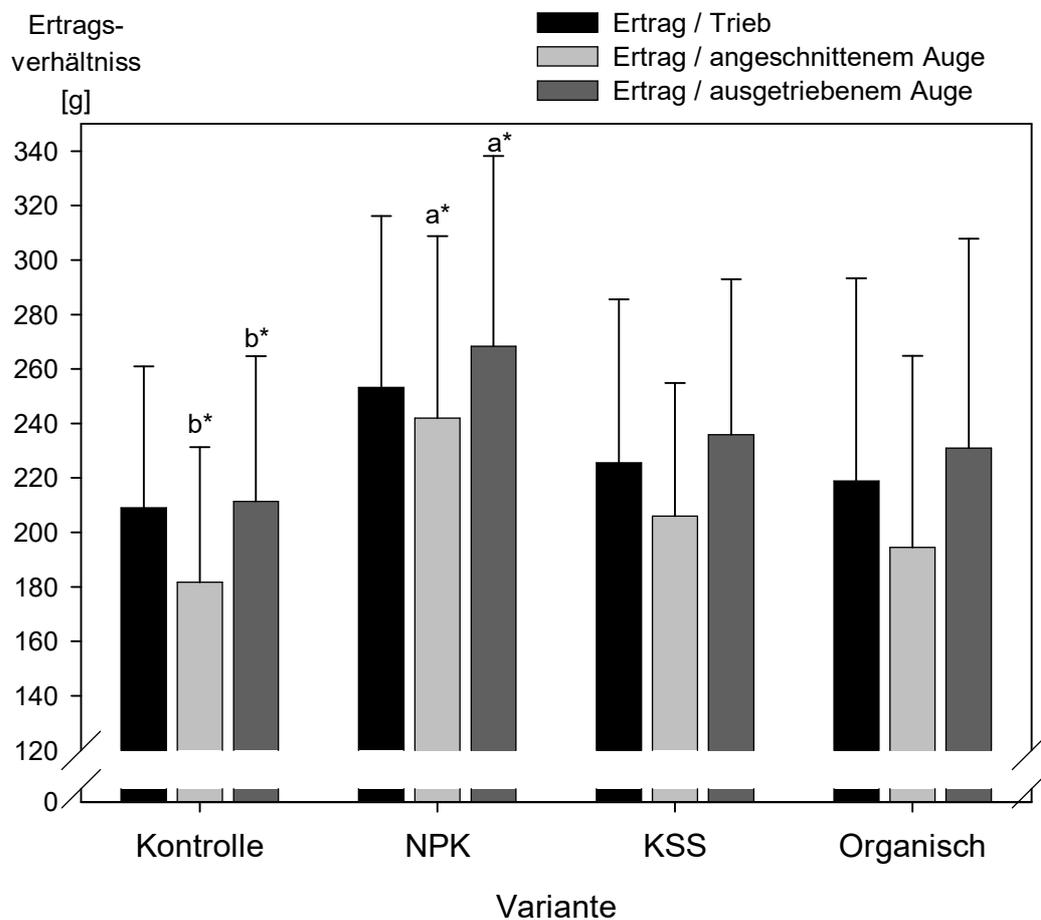


Abb. 3322-23: Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je ausgetriebenem Auge und Ertrag je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g]. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)
Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Für die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK', 'KSS' und 'Organisch', der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, ermittelte Ertragsverhältnisse wie Ertrag je Trieb, Ertrag je angeschnittenem Auge und Ertrag je ausgetriebenem Auge, sind in Abb. 3322-23 dargestellt. Bei allen drei ermittelten relativen Ertragsparametern zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' die geringsten, die der Versuchsvariante 'NPK' die höchsten Werte im Jahr 1998. Dabei wies die 'Kontrolle' lediglich 82 % des Ertrags je Trieb, 75 % des Ertrags je angeschnittenem Auge und 79 % des Ertrags je ausgetriebenem Auge auf, verglichen mit der Versuchsvariante 'NPK'. Hinsichtlich des Ertrags je angeschnittenem Auge und des Ertrags je ausgetriebenem Auge unterschieden sich diese

beiden Versuchsvarianten statistisch signifikant voneinander. Weitere statistisch signifikante Unterschiede in den relativen Ertragsparametern im Jahr 1998, zwischen den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, ergaben die Berechnungen nicht.

In Ergänzung zu der voranstehenden Abbildung, zeigt Abb. 3322-24 die Ergebnisse der Bestimmung der relativen Ertragsparameter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999. Wie im Jahr 1998 wurden im Vergleich aller Versuchsvarianten und aller drei berechneter Ertragsparameter die statistisch signifikant geringsten Werte, für die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle', ermittelt. Ein Vergleich der Leistungsdaten der Reben dieser Versuchsvarianten zwischen den Jahren 1998 und 1999 zeigt, dass der mittlere Ertrag je Trieb im Jahr 1999 um 9 %, der Ertrag je angeschnittenem Auge um 14 % und der Ertrag je ausgetriebenem Auge um 19 % auf dieser Versuchsvariante höher war als im

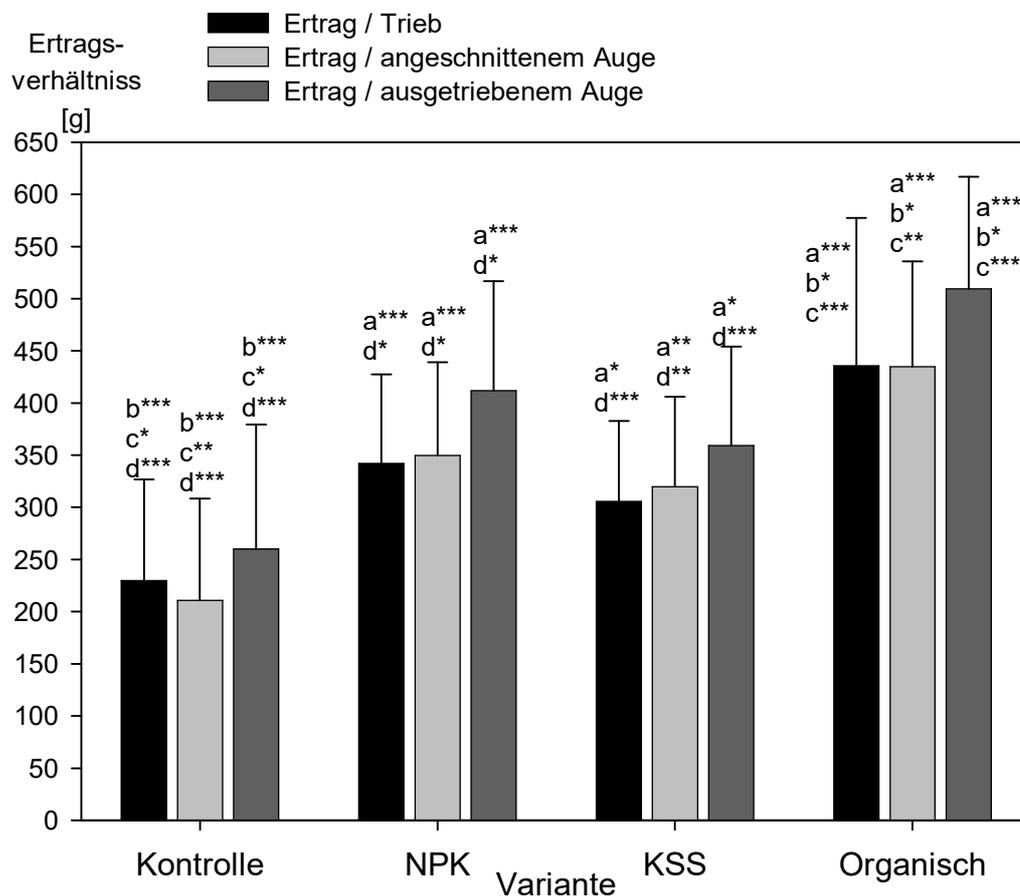


Abb. 3322-24: Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je angeschnittenem Auge und Ertrag je ausgetriebenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g]. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Jahr 1998. Im Vergleich dazu erhöhte sich der mittlere Ertrag je Trieb um 50 %, der Ertrag je angeschnittenem Auge um 55 % und der Ertrag je ausgetriebenem Auge ebenfalls um 55 %, bei den Reben der Versuchsvariante 'Organisch'. Im Jahr 1999 wiesen die Reben dieser Versuchsvarianten die statistisch signifikant höchsten relativen Ertragsparameter im Vergleich aller Versuchsvarianten auf. Im Vergleich zu den Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' war bei den Reben der Versuchsvariante 'Organisch' im Jahr 1999 der mittlere Ertrag je Trieb um 47 %, der Ertrag je angeschnittenem Auge um 52 % und der Ertrag je ausgetriebenem Auge um 49 % erhöht. Im Jahr 1998 betrug der Unterschied lediglich zwischen 4 und 8 %, je nach ermitteltem Ertragsparameter. Die Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' zeigten ähnliche, intermediäre Werte, ohne dass die statistische Analyse signifikante Unterschiede aufgezeigt hätte.

3.3.2.2.13 Relative Traubenanzahl in den Jahren 1998 und 1999

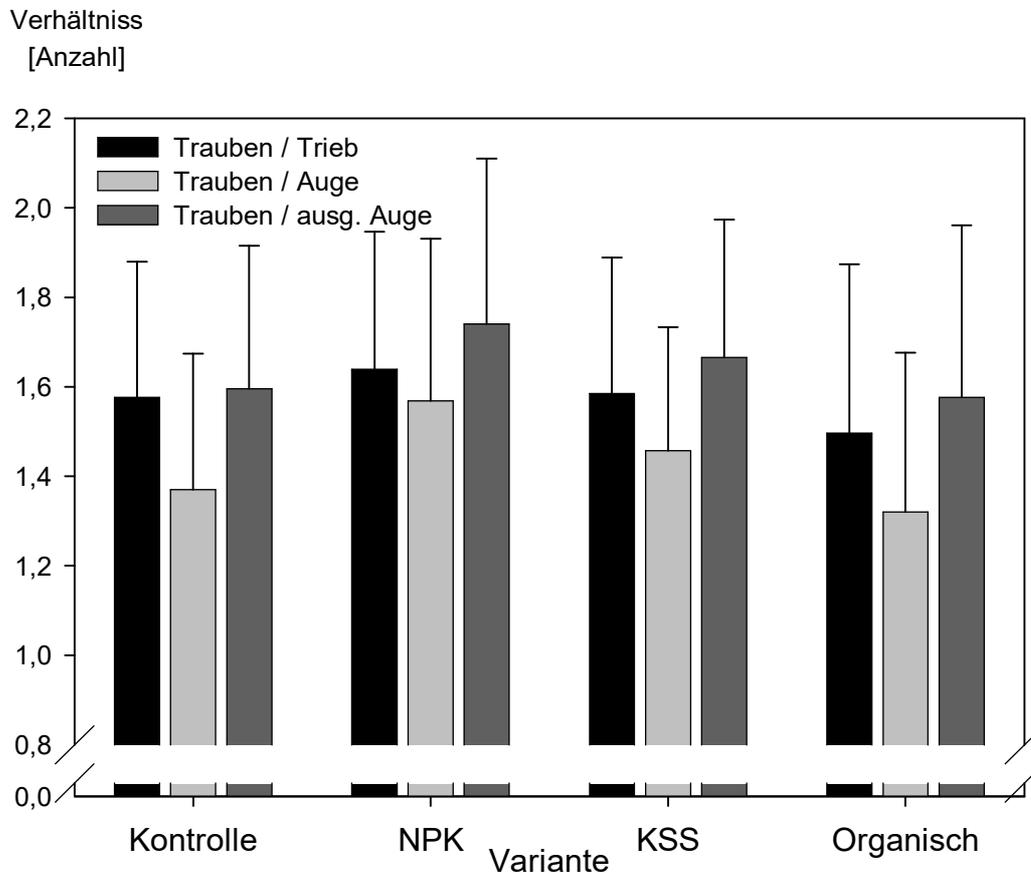


Abb. 3322-25: Relative Traubenzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3322-25 sind die Ergebnisse der relativen Traubenanzahlbestimmungen - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je angeschnittenem Auge und Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, für das Jahr 1998, dargestellt. Wie aus der Abbildung ersichtlich, wurden zwischen den auf den verschiedenen Versuchsvarianten wachsenden Reben im ersten Versuchsjahr keinerlei statistisch signifikanten Unterschiede, hinsichtlich der Traubenanzahl je Trieb, der Traubenanzahl je angeschnittenem Auge und Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge, festgestellt. Bei allen drei Parametern zeigte die Versuchsvariante 'NPK' die höchsten Werte, die geringsten wurden auf der Versuchsvariante 'Organisch' ermittelt. Hinsichtlich der Anzahl der Trauben je

ausgetriebenem Auge war auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' eine ähnlich geringe Anzahl festzustellen wie auf der Versuchsvariante 'Organisch'.

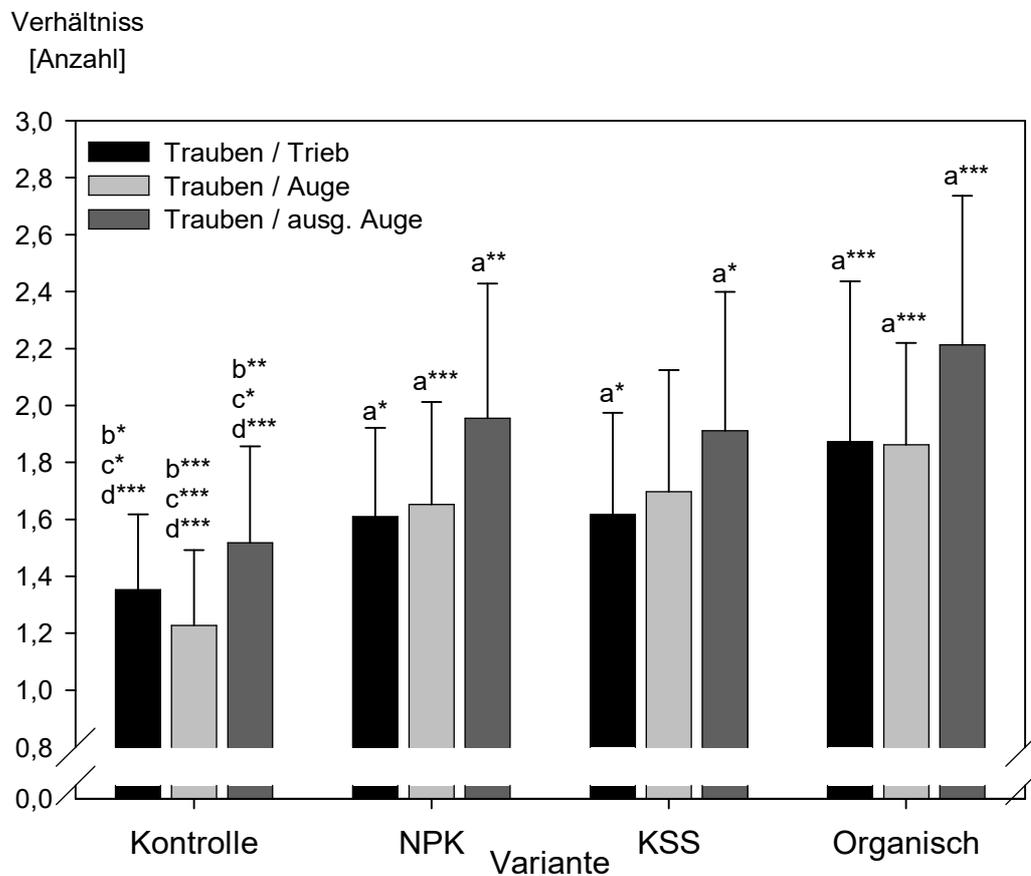


Abb. 3322-26: Relative Traubenanzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [g].

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die Traubenanzahlen je Trieb, die Traubenanzahlen je angeschnittenem Auge und die Traubenanzahlen je ausgetriebenem Auge, der Versuchsfläche Kiedrich 1, für das Jahr 1999, sind in Abb. 3322-26 aufgeführt. In diesem Versuchsjahr wurden bezüglich aller drei ermittelten relativer Traubenanzahlen, die statistisch signifikant geringsten Ertragsverhältnisse aller Versuchsvarianten, auf der Versuchsvariante 'Kontrolle', ermittelt. Die höchsten Werte hinsichtlich aller ermittelten Ertragsverhältnisse zeigten die Reben der Versuchsvariante 'Organisch'. Diese Höchstwerte konnten aber nur im Vergleich mit der Versuchsvariante 'Kontrolle' statistisch abgesichert werden. Statistisch signifikante

Unterschiede zu den Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' wurden nicht errechnet.

3.3.2.2.14 Teilschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999

Schnittholzgewicht
einjährigen Holz
[g]

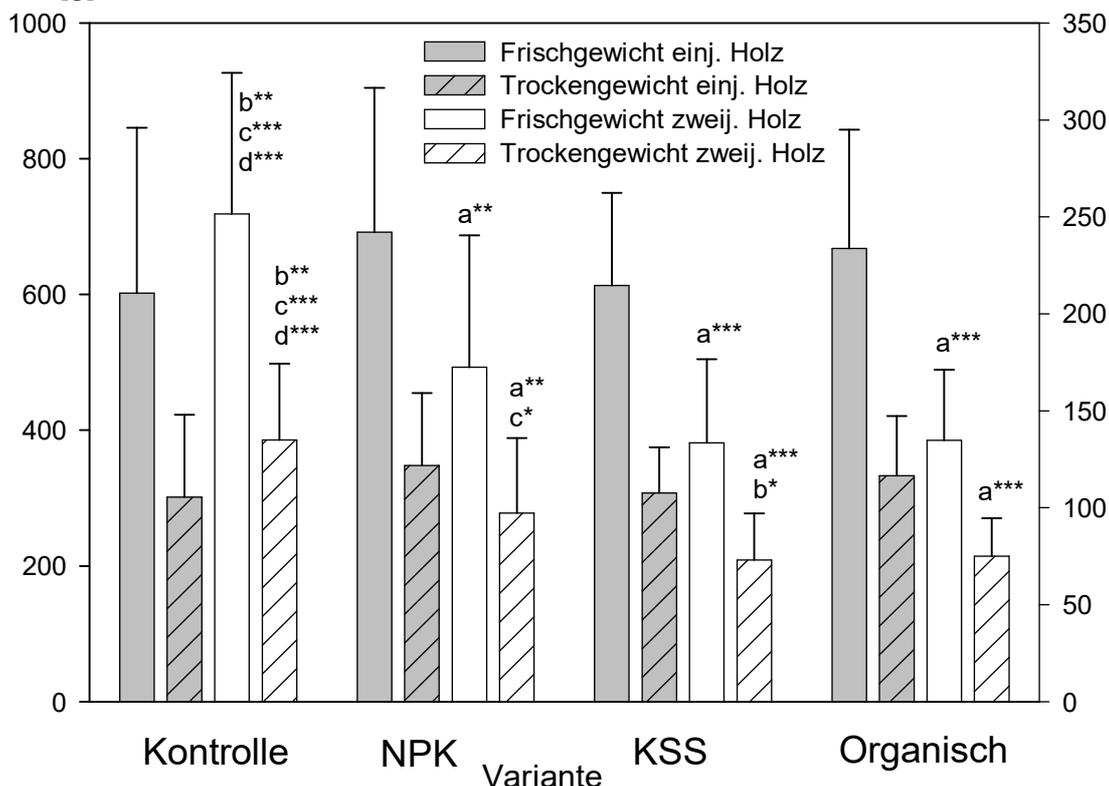


Abb. 3322-27: Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

In Abb. 3322-27 sind die Frischgewichte des einjährigen Holzes, die Trockengewichte des einjährigen Holzes, die Frischgewichte des zweijährigen Holzes und die Trockengewichte des zweijährigen Holzes, der Reben der Versuchsvarianten auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, aufgetragen. Hinsichtlich des einjährigen Holzes ergaben die Messungen im Jahr 1998 keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten sowohl hinsichtlich des Frisch- als auch hinsichtlich des

Trockengewichts. Beim Frischgewicht des zweijährigen Holzes unterschieden sich die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' statistisch signifikant durch höhere Werte von allen anderen Versuchsvarianten. Weiterhin konnten statistisch signifikante Unterschiede bezüglich des Trockengewichts des zweijährigen Holzes zwischen der Versuchsvariante 'Kontrolle' und den weiteren Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 festgestellt werden, wobei der höchste Wert wiederum auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' gemessen wurde. Auch die Reben der Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' unterschieden sich statistisch signifikant dergestalt, dass die Reben der Versuchsvariante 'NPK' den höheren Wert zeigten.

Schnittholzgewicht einjährigen Holz [g]

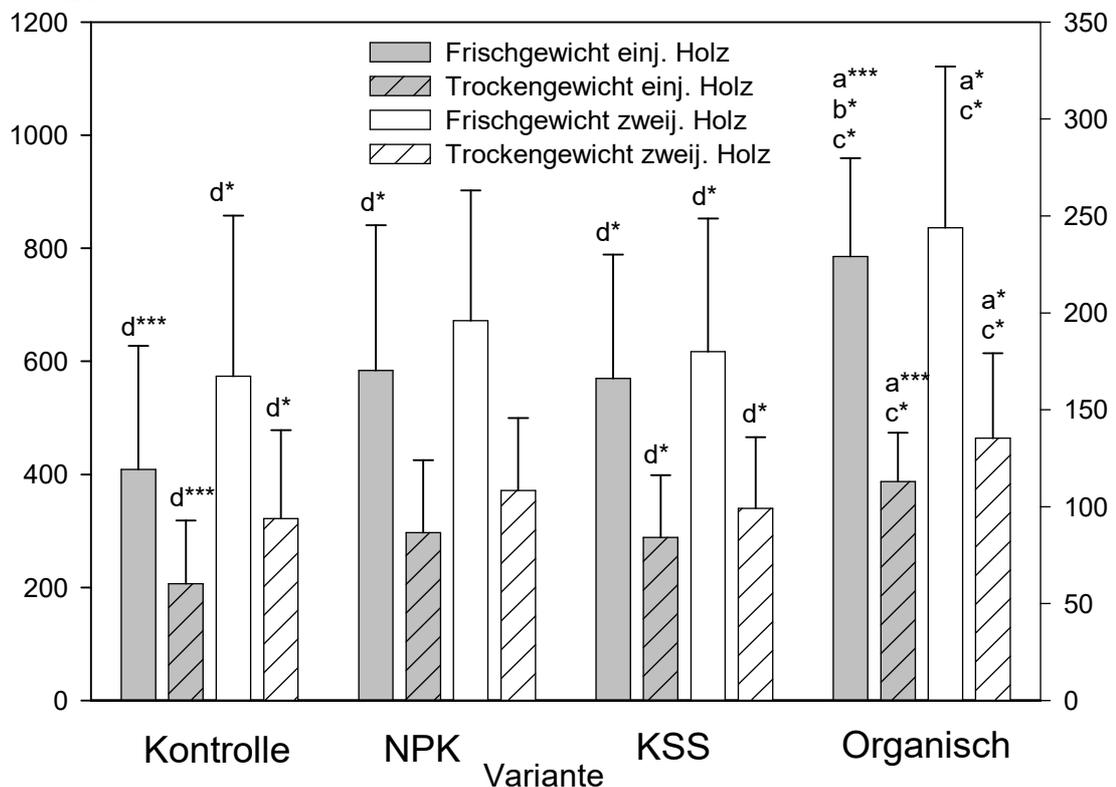


Abb. 3322-28: Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Die Teilschnittholzgewichte der Reben der Versuchsvarianten, der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, sind aus der Abb. 3322-28 zu entnehmen. Hinsichtlich aller vier Parameter, Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes, wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' die geringsten Gewichte auf. In allen Fällen war dieser Unterschied statistisch signifikant gegenüber der Versuchsvariante 'Organisch'. Die Reben dieser Versuchsvarianten zeigten hinsichtlich aller ermittelten Teilschnittholzgewichte die höchsten Gewichte im Jahr 1999. Im Falle des Frischgewichts des einjährigen Holzes war das Gewicht der Reben der Versuchsvariante 'Organisch,' im Vergleich zu den Reben aller anderen Versuchsvarianten, statistisch signifikant höher. Bei den Trockengewichten des einjährigen Holzes, den Frischgewichten des zweijährigen Holzes und den Trockengewichten des zweijährigen Holzes war der Unterschied nur gegenüber den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'KSS' statistisch signifikant. Weitere signifikante Unterschiede ergab die statistische Analyse nicht.

3.3.2.2.15 Gesamtschnittholzgewicht in den Jahren 1998 und 1999

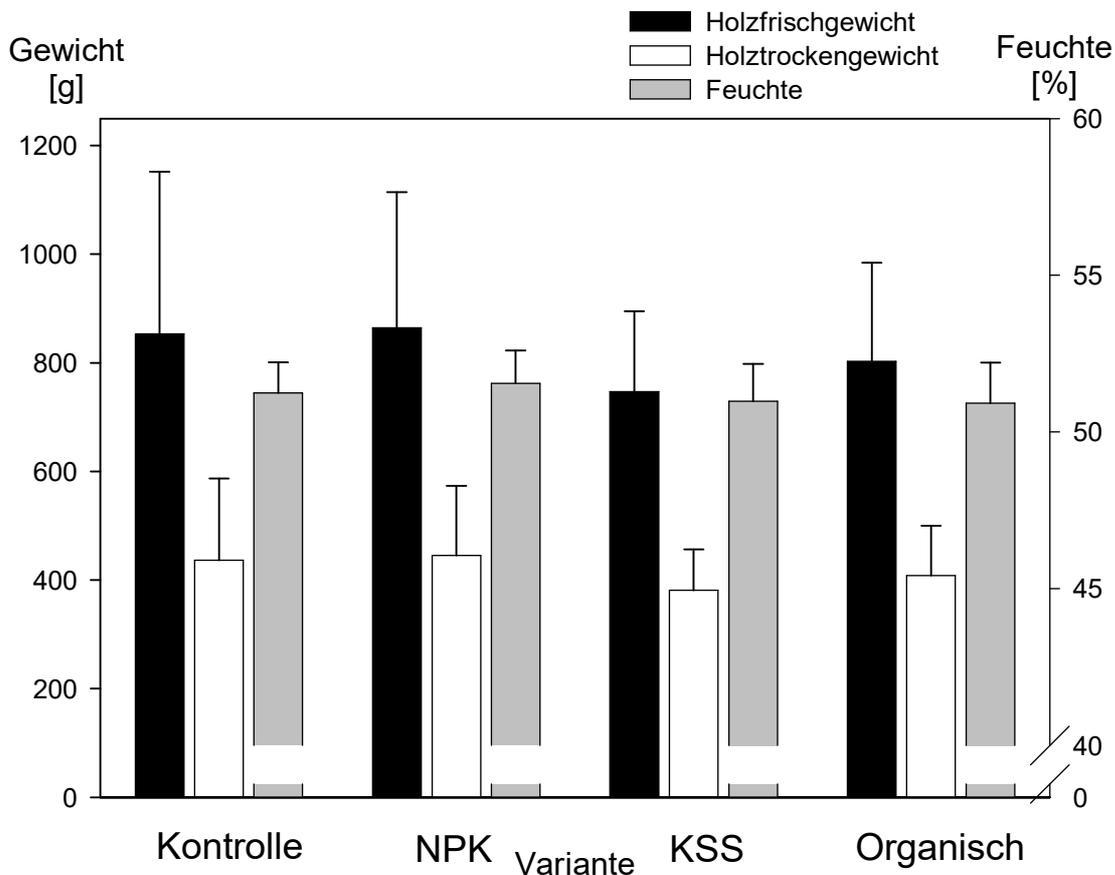


Abb. 3322-29: Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998. Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)
Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Abb. 3322-29 zeigt die Ergebnisse der Messungen der Holzfrisch- und Trockengewichte sowie den Trockengewichtanteil bzw. die Feuchte des ein- und zweijährigen Holzes, der Reben der Versuchsvarianten, der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass im ersten Versuchsjahr, 1998, zwischen keiner der Versuchsvarianten signifikante Unterschiede, hinsichtlich der Gesamtschnittholzgewichte oder der Feuchte, festgestellt wurden. Bei allen drei Parametern zeigten die Reben der Versuchsvariante 'NPK' die höchsten Werte aller Versuchsvarianten, die geringsten lagen für die Versuchsvariante 'KSS' vor.

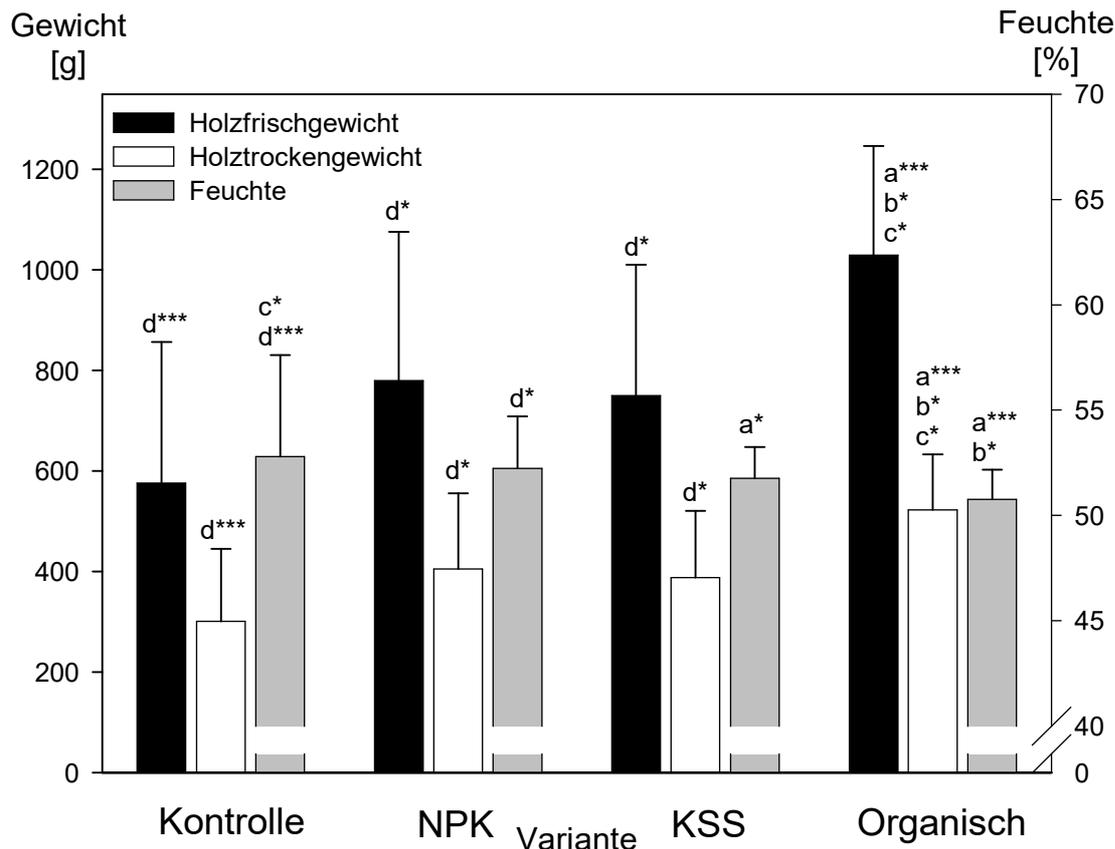


Abb. 3322-30: Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999.

Mittelwerte und Standardabweichungen; Korrespondierende Buchstaben über den Wertesäulen stehen für signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten (* $\equiv p \leq 0,05$; ** $\equiv p \leq 0,005$; *** $\equiv p \leq 0,001$)

Signifikanzwerte siehe Anhang Kap. 9.11.1.1 und 9.11.1.2

Analog zu den Gesamtschnittholzgewichten und den Trockengewichtanteilen, im Jahr 1998, sind diese Parameter der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1999, in Abb. 3322-30 dargestellt. Die geringsten Gesamtschnittholzgewichte aller Versuchsvarianten wurden im zweiten Versuchsjahr für die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Statistisch signifikant unterschieden sich die Reben dieser Versuchsvariante damit von denen der Versuchsvariante 'Organisch'. Letztgenannte Versuchsvariante zeigte, hinsichtlich des Frischgewichts des einjährigen und zweijährigen Holzes und des Trockengewichts des einjährigen und zweijährigen Holzes, die statistisch signifikant höchsten Werte, im Vergleich aller Versuchsvarianten. Die Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' zeigten intermediäre, statistisch nicht signifikante Unterschiede. Im Gegensatz dazu war die Feuchte des Holzes der Versuchsvariante 'Kontrolle' am höchsten, im Vergleich mit den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch'.

3.3.2.3 Die Wuchsstärke der Reben in den Jahren 1997 bis 1999

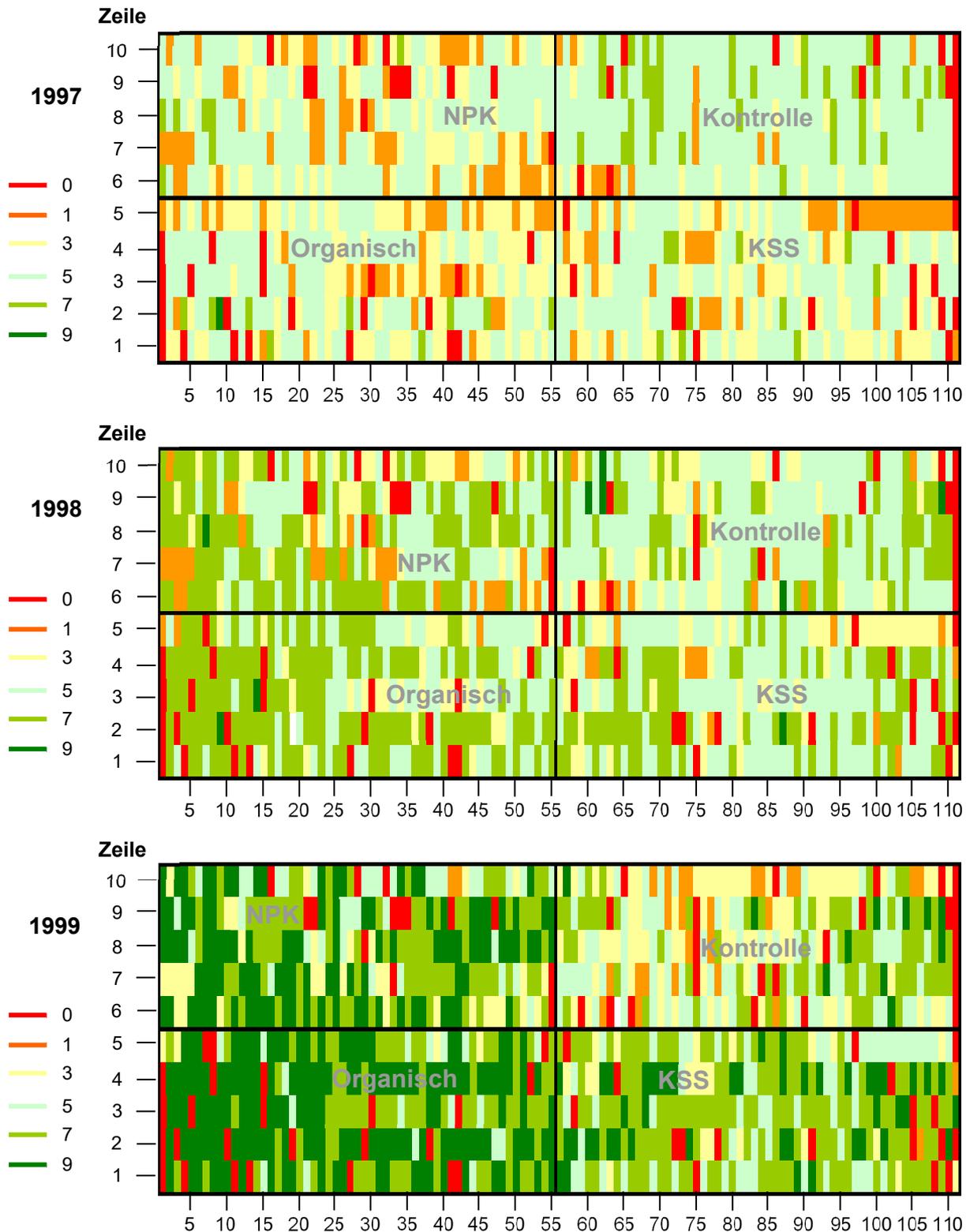


Abb. 3323-1a: Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1997, 1998 und 1999.

Boniturstufen: 0 = abgestorben oder Fehlstock (Erläuterung siehe Text), 1 = sehr schwacher Wuchs, 3 = schwacher Wuchs, 5 = normaler Wuchs, 7 = guter Wuchs, 9 = sehr guter Wuchs. Mittelwerte, Standardabweichungen, Signifikanzwerte und Stichprobenzahlen der Versuchsvarianten in den Einzeljahren siehe Tab 3323-1.

Tab. 3323-1: Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.

Mittelwerte, Standardabweichungen, Stichprobenzahlen und Signifikanzwerte

Versuchsvari	Jahr	MW +/- Stab	NPK	KSS	Organisch
			Signifikanzwerte U-Test		
Kontrolle	1997	4,7 +/-1,6	0,0000	0,0000	0,0000
	1998	4,8 +/-1,9	0,0473	0,4901	0,0000
	1999	4,4 +/-2,4	0,0000	0,0000	0,0000
	1997 vs. 1999	-0,4 +/-2,1	0,0000	0,0000	0,0000
NPK	1997	3,6 +/-1,8		0,8901	0,3086
	1998	4,9 +/-2,3		0,1965	0,0084
	1999	6,6 +/-2,6		0,0002	0,0001
	1997 vs. 1999	3,0 +/-1,3		0,0000	0,0000
KSS	1997	3,6 +/-1,8			0,3760
	1998	4,8 +/-2,0			0,0000
	1999	5,1 +/-2,3			0,0000
	1997 vs. 1999	2,5 +/-1,4			0,0000
Organisch	1997	3,5 +/-1,8			
	1998	5,4 +/-2,2			
	1999	7,3 +/-2,7			
	1997 vs. 1999	3,7 +/-1,5			

Der anhand von Einzelstockbewertungen ermittelte Wuchs der Reben, der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, in den Jahren 1997 bis 1999, ist in Abb.3323-1a und Tab. 3323-1 wiedergegeben. Vor Versuchsbeginn bzw. Applikation der Düngestoffe im Jahr 1997 wiesen die Reben der zukünftigen Versuchsvariante 'Kontrolle' den besten mittleren Wuchs aller Versuchsvarianten auf, wodurch sich diese Versuchsvariante statistisch signifikant von den anderen Versuchsvarianten, der Versuchsfläche Kiedrich 1, unterschied. Diese Versuchsvariante zeigte deutlich weniger Reben in den niederen Wuchsklassen 1 bis 3, verglichen mit der Gesamtversuchsfläche bzw. den anderen Versuchsvarianten. So lag der Anteil der Reben der Wuchsklasse 1 auf der zukünftigen Versuchsvariante 'Kontrolle', mit 4,3 % unter dem Anteil an Reben dieser Wuchsklasse auf der Gesamtfläche (12,4 %) bzw. auf den Versuchsvarianten 'NPK' (18 %), 'KSS' (15 %) oder 'Organisch' (13 %). Mit nur 5,7 % Reben in der Wuchsklasse 3 lag der Anteil auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' um 16,9, 18,3, 22,3 und 27,3 Prozentpunkte geringer als auf der Gesamtfläche bzw. den Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' oder 'Organisch'. Abgestorbene Reben (Wuchsklasse 0) waren im Jahr 1997 dagegen mehr auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' festzustellen. Diese beiden Versuchsvarianten wiesen mit 5,7 % und 7,7 % damit mehr abgestorbene Reben auf als die Versuchsvariante 'Kontrolle' (5 %). Die wenigsten abgestorbenen Reben (4,4 %) waren zu Beginn der Untersuchungen im Jahr 1997 auf der Versuchsvariante 'NPK' vorhanden. Bezogen auf die Gesamtfläche

waren 1997, 5,7 % der Reben abgestorben. Im Gegensatz dazu war der Anteil der Reben mit normalem und gutem Wuchs auf der Versuchsvariante, vor Versuchsbeginn, den obigen Darstellungen folgend deutlich höher. So belief sich der Anteil an normalwüchsigen Reben (Wuchsklasse 5) auf der Gesamtfläche auf 53,5 %. Auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' belief sich dieser Anteil auf 72 %. Die späteren Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' wiesen in dieser Klasse 51 %, 48 % und 43 % auf. In der Klasse gutwüchsiger Reben (7), lagen die Anteile bei 13 % auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' und bei 2,5 %, 3,6 % und 3,3 % auf den zukünftigen Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS', und 'Organisch'. Die Gesamtfläche hatte in 1997 einen Anteil von 5,7 % in dieser Wuchsklasse. Reben mit sehr gutem Wuchs waren im Jahr vor Applikation der Düngestoffe nur auf der zukünftigen Versuchsvariante 'Organisch' vorhanden. Ein Rebstock zeigte einen sehr guten Wuchs auf dieser Variante. Die auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' wachsenden Reben zeigten im Jahr 1998, also nach Applikation der betriebsüblichen Mineraldüngermenge (40 kg N / ha; Volldünger), einen um 0,1 Klassen besseren Wuchs als im Vorjahr, unterschied sich hinsichtlich des Wachses aber nicht statistisch signifikant vom Vorjahr. Ein statistisch signifikanter Unterschied ergab sich aber für den Vergleich der Wuchsergebnisse zwischen den Jahren 1997 und 1999 sowie zwischen 1998 und 1999. Auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' starben von 1997 bis 1998 zwei und von 1998 bis 1999 6 weitere Rebstöcke ab, sodass im Jahr 1999, 8,2 % der Reben auf dieser Versuchsvariante abgestorben waren. Die Zahl der Reben mit sehr schwachem Wuchs (Klasse 1) verringerte sich in 1998 zunächst, stieg dann aber auf 8,6 % im Jahr 1999 an, verdoppelte sich also nahezu innerhalb des Versuchszeitraums. Ein deutlicher Anstieg war zwischen 1997 und 1999 auch im Anteil schwach wüchsiger Reben (Wuchsklasse 3) festzustellen. Der Anteil dieser Reben stieg auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' um fast 21 Prozentpunkte, auf insgesamt 26 % an. Gleichzeitig verringerte sich die Zahl von Reben in den Wuchsklassen 5 und 7. Im Fall der Wuchsklasse 5, also normalwüchsiger Reben, sank der Anteil von 72 % im Jahr 1997, auf 28 % im Jahr 1999. Für die Wuchsklasse 7 lagen die Anteile bei 37 % im Jahr 1997 und 25 % im Jahr 1999. Zeitgleich stieg aber auch der Anteil an Reben in der Wuchsklasse 9, von 0 % auf 3,9 % an.

Der Vergleich der Entwicklung des Wachses auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' mit dem der Gesamtanlage zeigt, dass sich der mittlere Wuchs bzw. die Anteile der Reben in den verschiedenen Wuchsklassen, unterschiedlich entwickelt haben. Hierfür sind vor allem die Abnahme von Reben in den Klassen des geringeren Wachses bzw. die Zunahme von Reben in höheren Wuchsklassen verantwortlich. Wie aus Tab. 3323-1 hervorgeht,

war die betriebsübliche Versuchsvariante 'Kontrolle' die einzige Versuchsvariante bei der sich der mittlere Wuchs der Reben von 1997 bis 1999 verschlechtert hat (-0,3 Wuchsklassen). Auf den Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' hingegen verbesserte sich der mittlere Wuchs um 3,0, 1,5 und 3,8 Klassen. So verringerte sich der Anteil von Reben mit sehr schwachem Wuchs (Klasse1) auf der Gesamtversuchsfläche von 12,4 % im Jahr 1997, auf 2,5 % im Jahr 1999. Diese 2,5 % der Reben waren im Jahr 1999 fast ausschließlich auf der 'Kontrolle' vorzufinden. 8,6 % der Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' zeigten sehr schwachen Wuchs (Klasse3) im Jahr 1999. Die Anteile von Reben in dieser Wuchsklasse lagen bei den Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' dahingegen nur bei 0,7 % ('NPK' und 'KSS') bzw. es konnten überhaupt keine sehr schwach wüchsigen Reben festgestellt werden (Versuchsvariante 'Organisch'). Dass diese Reben zur überwiegenden Zahl ihren Wuchs von 1997 bis 1999 deutlich verbesserten und nicht etwa vollständig abstarben, zeigen die nur sehr geringen Zunahmen von Reben in der Wuchsklasse 0 (abgestorben) auf den Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' (maximal 1,4 Prozentpunkte; Abb. 3323-1a). Auch in der Klasse der schwach wüchsigen Reben standen den 26 % auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' nur Anteile von 12 % und 7,9 % auf den Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' gegenüber. Auf der Versuchsvariante 'Organisch' lag der Anteil noch weitaus geringer bei nur 1,5 %. Dies obgleich der Anteil von Reben an dieser Wuchsklasse im Jahr 1997 auf den Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' deutlich höher war als auf der Versuchsvariante 'Kontrolle'. In umgekehrtem Verhältnis entwickelten sich die Anteile der Reben in den Klassen mit normalem, gutem und sehr gutem Wuchs. Besonders der sehr hohe Anteil von 48 % an der Wuchsklasse 7, auf der Versuchsvariante 'KSS', welcher einer Erhöhung um 44,4 Prozentpunkten von 1997 bis 1999 entspricht, macht die Wuchsverbesserung auf den Versuchsvarianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' deutlich. Mehr noch der Anteil der Reben in der Boniturklasse mit dem besten Wuchs (Klasse 9), auf der Versuchsvariante 'Organisch', bestätigt dies. Hier erhöhte sich die Anzahl sehr gut wüchsiger Reben um 54,6 Prozentpunkte, auf 55 % vom Jahr 1997 bis 1999.

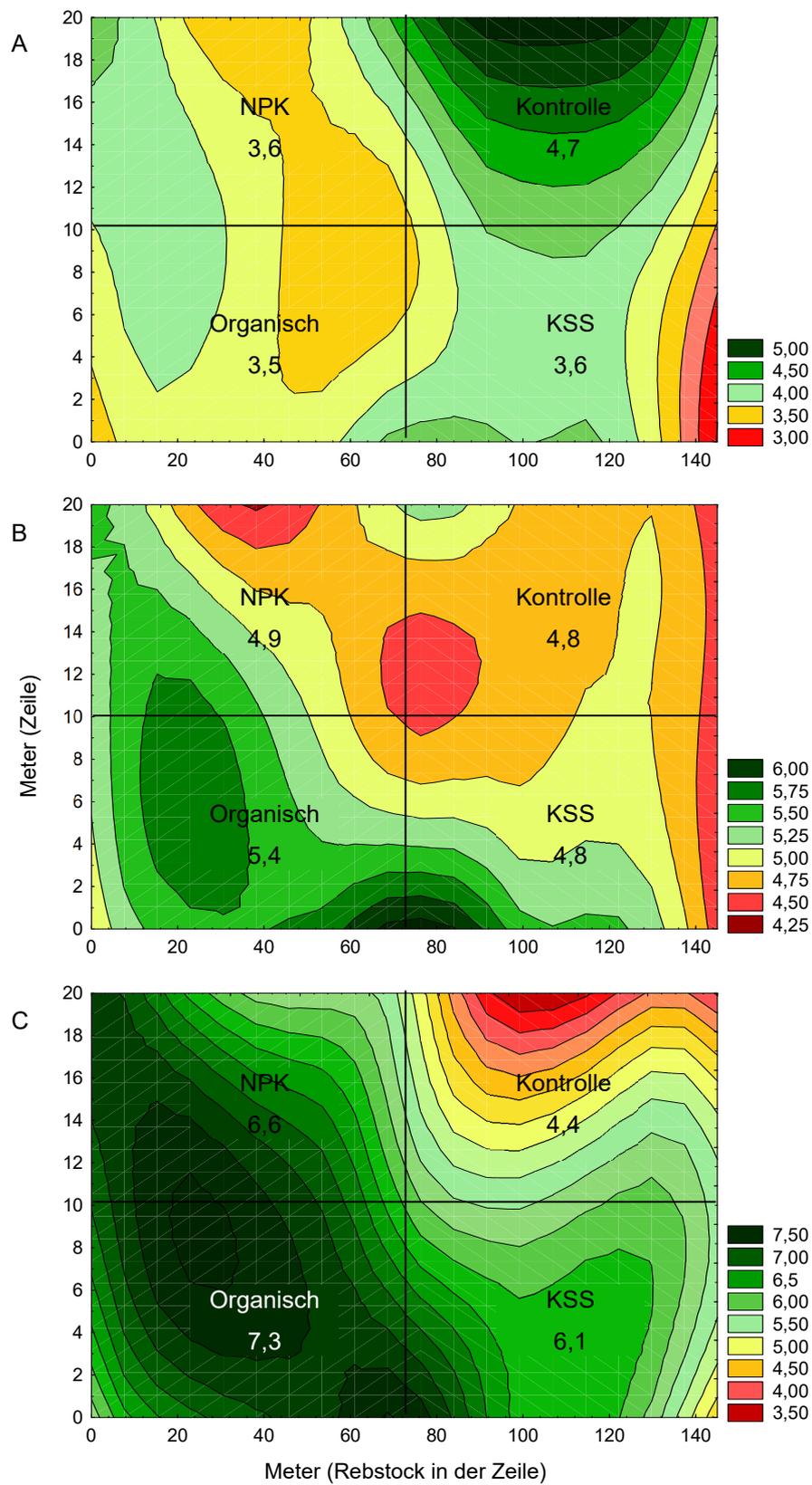


Abb. 3323-1b: Analyse des Rebwachses auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1997, 1998 und 1999.

Versuchsvarianten in den Einzeljahren siehe Tab 3323-1.

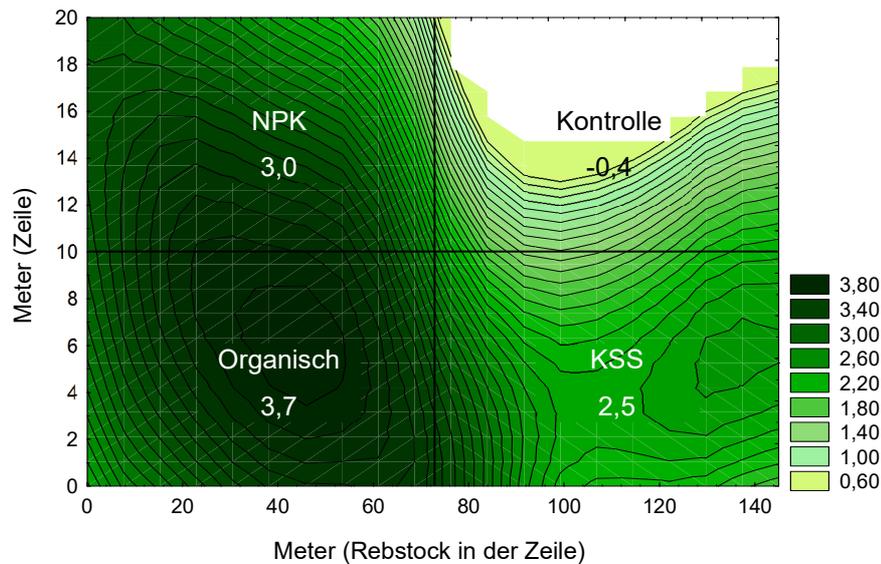


Abb. 3323-2: Analyse der Veränderung des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1997 bis und 1999.

Versuchsvarianten in den Einzeljahren siehe Tab 3323-1.

Die Analyse des Rebwuchses in den Abb. 3323-1b und 3323-2 veranschaulicht die in den Versuchsjahren 1997 bis 1999, auf den einzelnen Versuchsvarianten, vorliegenden Veränderungen sehr deutlich. Im Fall dieser Versuchsfläche werden dabei vor allem die Wirkungen der einzelnen Düngergaben sehr deutlich. Es lassen sich aber auch zwei größere, von den Düngerapplikationen unabhängige Bereiche feststellen, bei welchen sich der Wuchs der Reben nicht entsprechend der restlichen Reben der Versuchsvarianten entwickelte. Es handelt sich um die Bereiche von circa Meter 40 bis 70 im Verlauf der Rebzeilen und Meter 16 bis 20 zwischen den Zeilen. Das zweite Areal liegt im Bereich von Meter 130 bis zum Ende der Rebanlage auf der Versuchsvariante 'KSS'. Die Reben in diesen Bereichen zeigten sowohl 1997 als auch 1999 einen schwächeren Wuchs. Hervorzuheben sind ebenfalls die Veränderungen im Bereich der Versuchsvariante 'Kontrolle', welche 1997 den besten Wuchs, 1999 den schlechtesten Wuchs aller Reben zeigten.

3.3.2.4 Der Reblausbefall in den Jahren 1998 und 1999

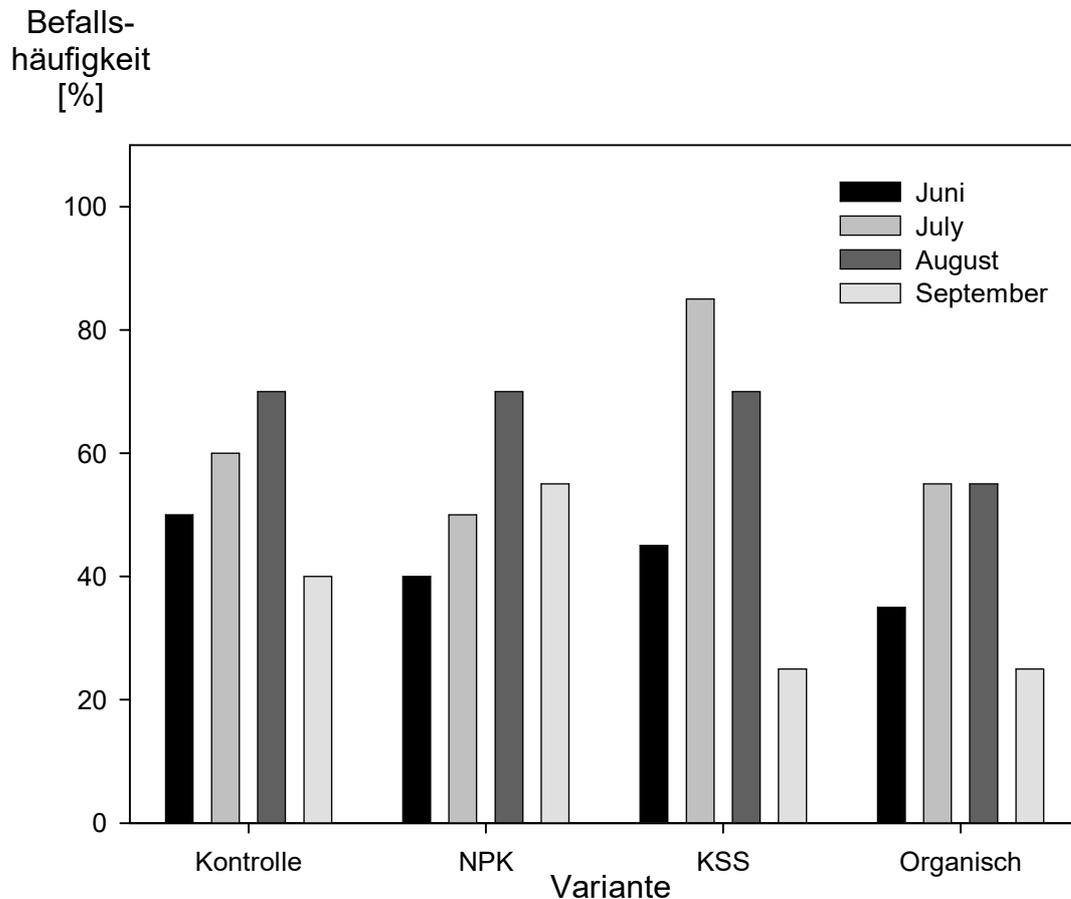


Abb. 3324-1: Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.
n = 20 je Versuchsvariante.

Abb. 3324-1 gibt die Reblausbefallshäufigkeiten, also den prozentualen Anteil reblausbefallener Reben an allen auf einer Versuchsvarianten untersuchten Rebstöcken, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, wieder. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass die Entwicklung der Reblauspopulation auf allen Versuchsvarianten den jahreszeitlich zu erwartenden Verläufen folgt. Dabei wurde mit nur einer Ausnahme im Monat Juli die geringste Befallshäufigkeit stets auf der Versuchsvarianten ‚Organisch‘ beobachtet. Die anderen Versuchsvarianten ähnelten sich stark hinsichtlich den Befallshäufigkeiten der Einzelmonate.

Befallsintensität

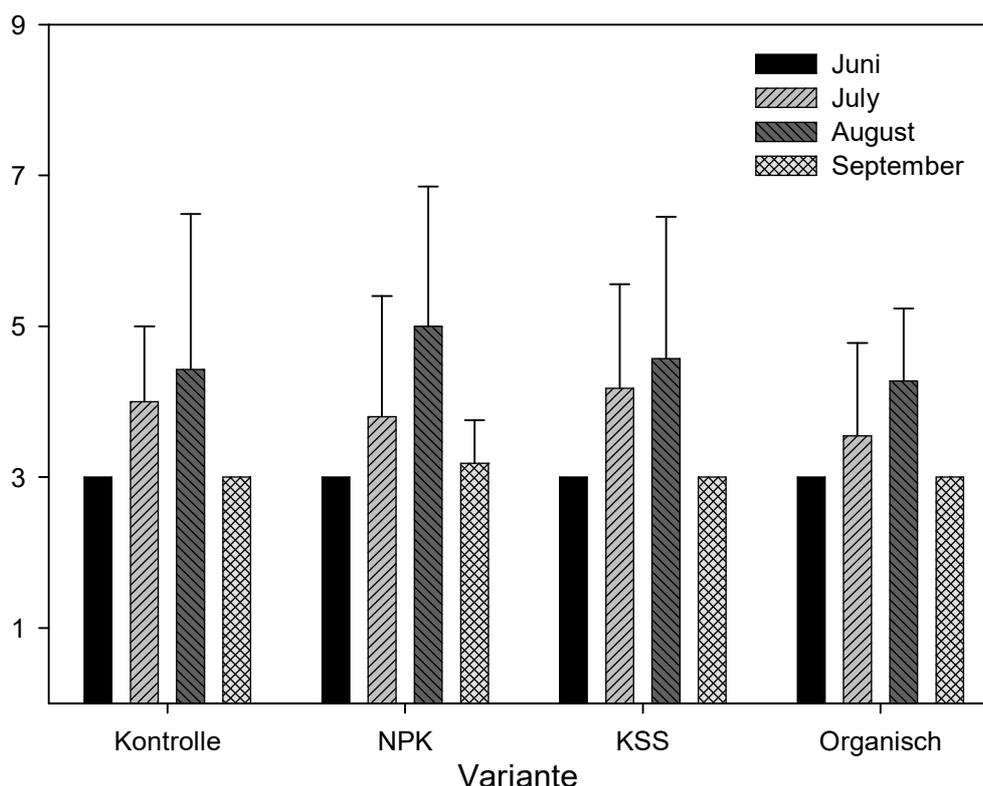


Abb. 3324-2: Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.

n = 20 je Versuchsvariante.

Klasseneinteilung siehe Tab.: 23-1

Der für die Wurzeln der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1 ermittelte Reblausbefall - die Befallsintensität - für die Monate Juni, Juli, August und September, im Jahr 1998, sind in Abb. 3324-2 dargestellt. Statistisch signifikante Unterschiede konnten in diesem Jahr in keinem Fall festgestellt werden. Im Monat Juni war die Reblausbefallsintensität an den Wurzeln aller Reben auf den verschiedenen Versuchsvarianten identisch auf einem geringen Niveau, d.h. einem Befall charakterisiert durch Nodositäten mit nur einem einfachen Reblausbesatz. In den Folgemonaten Juli und August stieg die mittlere Reblausbefallsintensität auf allen Versuchsvarianten in nahezu gleicher Höhe an. Im Monat September zeigten sich wiederum geringere Werte als in den beiden Vormonaten. Die Befallsintensität war in diesem Monat wieder auf das Niveau des Monats Juni zurückgegangen.

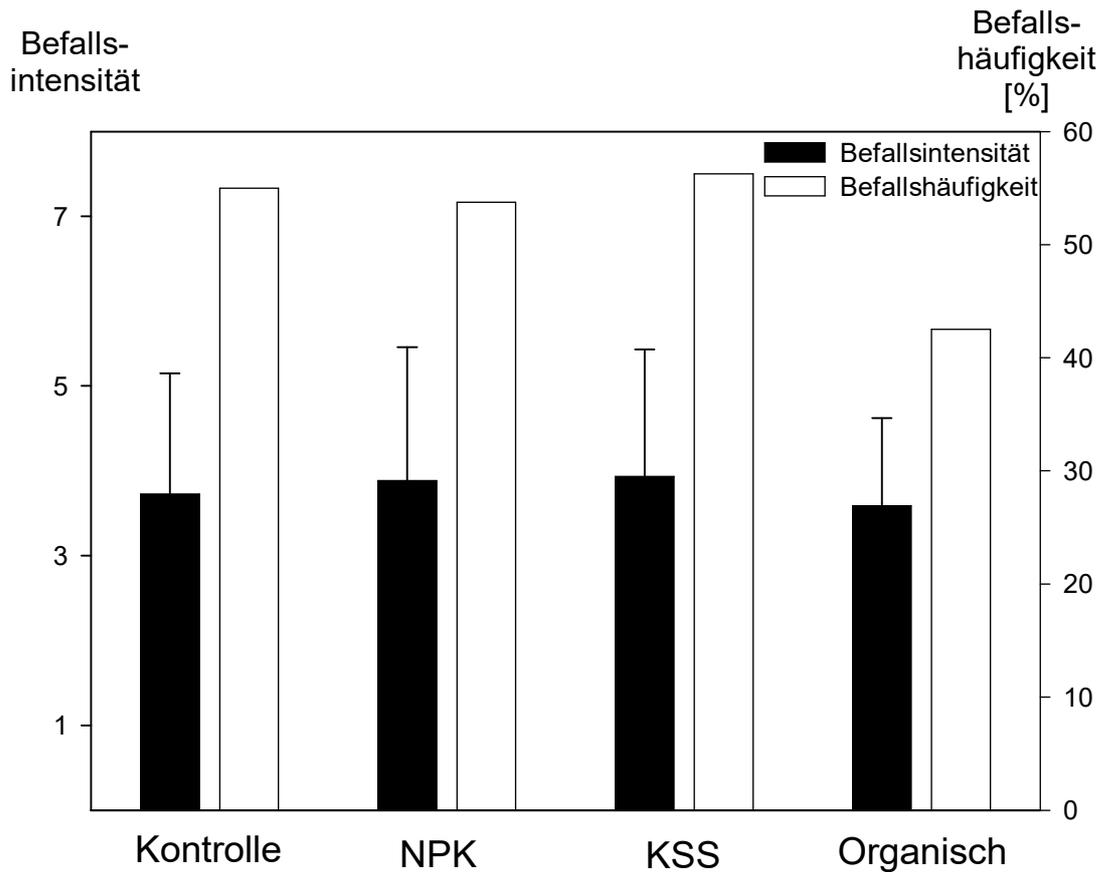


Abb. 3324-3: Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1.
 n = 20 je Versuchsvariante.
 Klasseneinteilung siehe Tab.: 23-1

Der Reblausbefall - Befallsintensität und Häufigkeit - während des Jahres 1998, auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, ist in Abb. 3324-3 aufgeführt. Hinsichtlich der Befallsintensität wiesen die Wurzeln der Reben auf den unterschiedlichen Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, im Jahr 1998, annähernd identische Werte ohne statistisch signifikante Unterschiede auf. Die Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' zeigten zudem nahezu identische Befallshäufigkeiten. Nur an den Wurzeln der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' konnte eine um circa 12 Prozentpunkte geringere Befallshäufigkeit im Jahr 1998 festgestellt werden.

Befalls-
häufigkeit
[%]

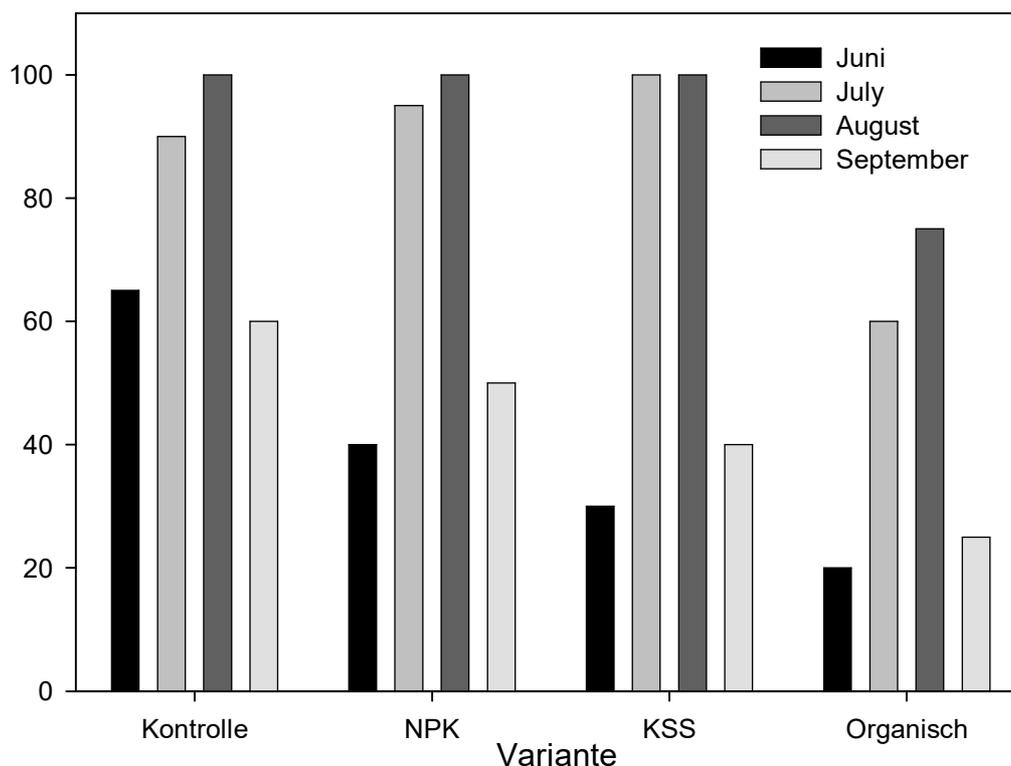


Abb. 3324-4: Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.
n = 20 je Versuchsvariante.

Abb. 3324-4 zeigt die Ergebnisse der Reblausbonituren im Jahr 1999 an den Wurzeln der Reben der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1, hinsichtlich der Anzahl reblausbefallener Reben an der Gesamtzahl untersuchter Reben. Im Monat Juni waren die meisten Reben auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' mit Reblaus befallen. Ein um 45 Prozentpunkte geringerer Befall lag in diesem Monat auf der Versuchsvariante 'Organisch' vor. In den Monaten Juli und August waren die Befallshäufigkeiten auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' nahezu gleich und um circa 40 bzw. 25 Prozentpunkte höher als auf der Versuchsvariante 'Organisch'. Wie im Jahr 1998 lagen im September wieder geringere Befallshäufigkeiten vor. Wiederum war die Befallshäufigkeit an den Wurzeln der Reben der Versuchsvariante 'Organisch' am geringsten, wobei der Unterschied 35 Prozentpunkte zu der Versuchsvariante mit dem höchsten Wert ('Kontrolle') betrug.

Befallsintensität

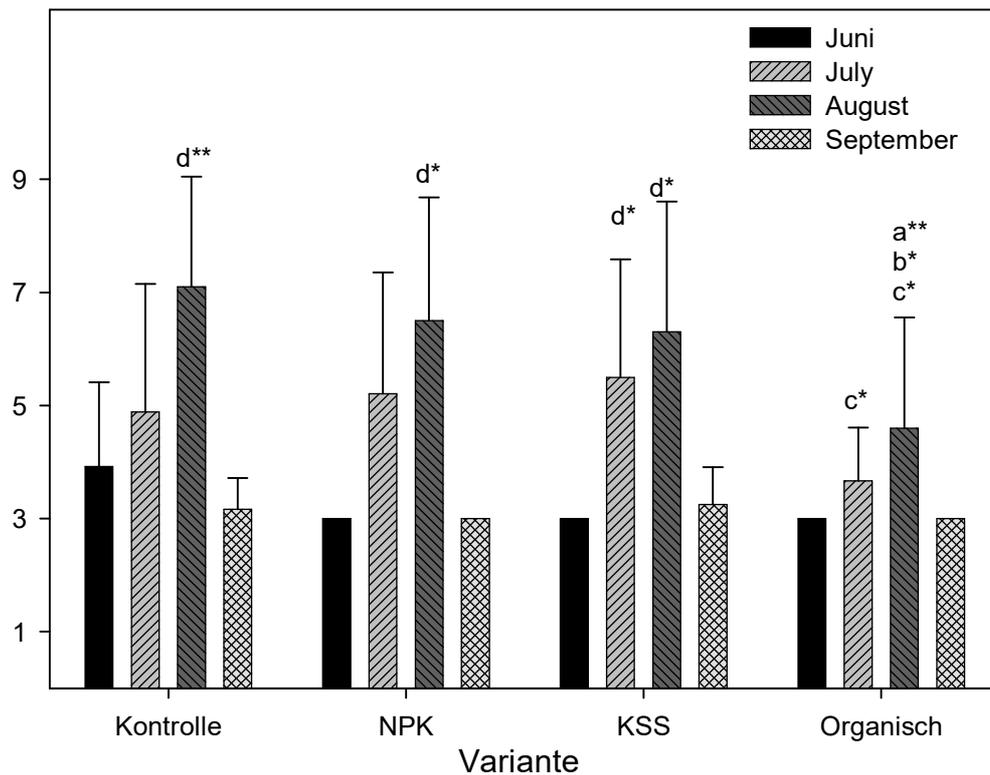


Abb. 3324-5: Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.

n = 20 je Versuchsvariante.

Klasseneinteilung siehe Tab.: 23-1

Auch im Jahr 1999 wurden an den Wurzeln der Reben der Versuchsvariante, der Versuchsfläche Kiedrich 1, die Intensität des Reblausbefalls ermittelt und in Abb. 3324-5 zusammengefasst. Die Abbildung zeigt, dass im Monat Juni des Jahres 1999 auf allen Versuchsvarianten annähernd gleiche Befallsintensitäten festgestellt wurden. Statistisch signifikante Unterschiede lagen nicht vor. Anders im Monat Juli. In diesem Monat war die Befallsintensität an den Wurzeln der Versuchsvariante 'Organisch' statistisch signifikant geringer als auf der Versuchsvariante 'KSS'. Auf der letztgenannten Versuchsvariante wurde der höchste Wert aller Versuchsvarianten gemessen, ohne, dass aber ein statistisch signifikanter Unterschied zu den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' beobachtet werden konnte. Auch im Monat August war die Befallsintensität auf der Versuchsvariante 'Organisch' im Vergleich aller Versuchsvarianten am geringsten. In diesem Fall war der Unterschied in allen Fällen statistisch signifikant. Wie bereits im Vorjahr ging die Befallsintensität im Monat September bereits wieder zurück und die Wurzeln aller infizierten Reben wiesen nahezu identischen Reblausbefall auf. Statistisch signifikante Unterschiede bestanden nicht.

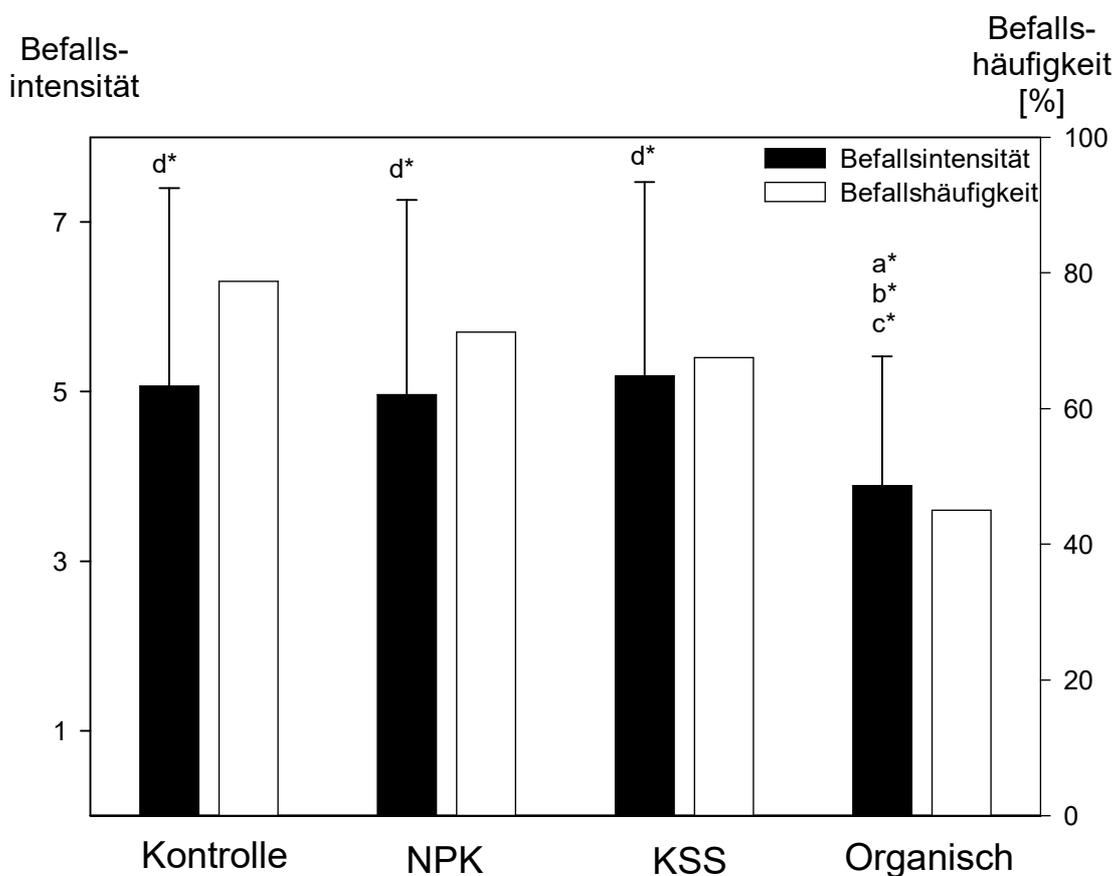


Abb. 3324-6: Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1.

n = 20 je Versuchsvariante.

Klasseneinteilung siehe Tab.: 23-1

In Abb. 3324-6 sind die Ergebnisse hinsichtlich der Untersuchungen der Reblauspopulationen -Befallsintensität und Befallshäufigkeit - des Jahres 1999 auf den Versuchsvarianten, der Versuchsfläche Kiedrich 1, zusammengefasst. Die Befallsintensitäten der Reben der Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' waren über das Jahr hinweg gesehen nahezu identisch. Dahingegen unterschied sich die Befallsintensität der Versuchsvariante 'Organisch' statistisch signifikant durch einen geringeren Wert von den anderen Versuchsvarianten der Versuchsfläche Kiedrich 1. Hinsichtlich der Befallshäufigkeit wurde im Jahr 1999 der höchste Wert auf der Versuchsvariante 'Kontrolle', der geringste auf der Versuchsvariante 'Organisch' ermittelt. Die Versuchsvarianten 'NPK' und 'KSS' zeigten annähernd gleiche, intermediäre Werte.

4 Diskussion

4.1 Entwicklung qualitativer und quantitativer Erfassungssysteme für den Rebwuchs

4.1.1 Bewertung des Wuchsbonitursystems

Das Wuchsbonitursystem besteht aus den Wuchsklassen (0,1,3,5,7,9), die in der Tab. 23-2 beschrieben wurden. Mit einer Faktorenanalyse (Abb. 31-1) werden die untersuchten vegetativen und generativen Parameter der den Wuchsklassen zugeordneten Rebstöcke auf den Versuchsflächen Geisenheim (Kap. 3.3.1), Kiedrich 1 (Kap. 3.3.2), Kiedrich 2 (Kap. 9.3.3.3), Rüdesheim (Kap. 9.3.3.4) und Eltville (9.3.3.5) aus den Jahren 1998 und 1999 sowie der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008 untersucht, um eine Interaktion zwischen den Parametern und den Wuchsklassen zu ermitteln. Mit der Faktorenanalyse sollte somit für die weitere Beurteilung und Validierung der Wuchsklassenunterschiede eine Auswahl an Parametern getroffen werden, anhand derer die Darstellung und Analyse zur Unterscheidung der Wuchsklassen erfolgen kann.

Bei der Faktorenanalyse (Abb. 31-1) konnten unterschiedlich starke Korrelationen zwischen den Parametern und Wuchsklassen festgestellt werden. Der stärkste Zusammenhang wurde zwischen den Wuchsklassen bei den Parametern des Schnittholzgewichts und der Traubenanzahl festgestellt. Ein geringerer Zusammenhang zu den Wuchsklassen wurde beim Mostgewicht (°Oechsle), dem Chlorophyllgehalt der Rebblätter (Blüte, Veraison und Lese), der Anzahl der Kümmertriebe, des absoluten und relativen Stockertrags, des 100-Beerengewichts, des Traubengewichts sowie der Mostsäure gefunden. Um die Differenzierung der Wuchsklassen aufzuzeigen, wurden die Parameter Frischgewichte des ein- und zweijährigen Holzes, Trockengewichte des ein- und zweijährigen Holzes, Stockertrag, Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Blüte, Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Veraison, Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Lese, Anzahl der Kümmertriebe je Rebstock, Mostgewicht (°Oechsle) der Rebstöcke ausgewählt. Dabei wurde diese Auswahl getroffen, da über die Erkenntnisse der Faktorenanalyse hinaus eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass Kümmertriebe eine Rückgangerscheinung anzeigen könnten. Darüber hinaus besteht ein stärkerer Zusammenhang zwischen der Kümmertriebanzahl und dem Schnittholzgewicht laut MURISIER & FERRETTI (1996). Da das Schnittholzgewicht einen stärkeren Zusammenhang zu den Wuchsklassen aufweist, sollte dieser Parameter der Kümmertriebzahl nochmals gesondert analysiert werden. Weiterhin führt GLYNN (2004) an, dass durch die Chlorophyllfluoreszenzwerte die Vitalität der Reben

dargestellt werden kann. Deshalb sollte auch dieser Parameter im Sinne der Wuchsklassendifferenzierung gesondert analysiert werden, da über die Vitalitätsdifferenzierung auch eine Unterscheidung der Wuchsklassen gelingen könnte. Der Stockertrag stellt das wichtigste Kriterium zur Beurteilung der generativen Leistung dar und sollte somit auch der Analyse hinsichtlich der Wuchsklassendifferenzierung unterzogen werden. Weiterhin besteht die Möglichkeit, bei einer Wuchsklassendifferenzierung durch den Stockertrag das Wuchsbonitursystem für eine nicht invasive Ertragsermittlung im Vorfeld der Lese einzusetzen. Damit könnten besonders Verlustratenermittlungen bei der maschinellen Lese oder anderen maschinengestützten Arbeiten, die den Ertrag beeinflussen, durchgeführt werden (JUNG (2009), PORTEN & JUNG (2014A), MÜLLER (2015), MEUREN (2016) PORTEN ET AL. (2016A), PORTEN ET AL. (2016B), PORTEN ET AL. (2016D), PORTEN & REGNERY (2016L) MÜLLER ET AL. (2016)). Daher besteht ein besonderes Interesse daran, eine Differenzierung der Wuchsklassen anhand der Einzelstockerträge durchführen zu können. Das Mostgewicht wurde in die Bewertung mit einbezogen, um einen Parameter zu zeigen, der von vornweg durch die Faktorenanalyse ausgeschlossen wurde, um eine Differenzierung der Wuchsklassen vorzunehmen. Somit konnte indirekt auch die Einschätzung, die durch die Faktorenanalyse erfolgt ist, untersucht werden. Im Folgenden wird anhand der zuvor genannten Parameter eine Differenzierung der Wuchsklassen bewertet.

4.1.1.1 Die Differenzierung der Wuchsklassen durch das Schnittholzgewicht

Die Zusammenhänge zwischen Wuchs und Schnittholzertrag werden in vielen Arbeiten belegt (STEINBERG ET AL. (1982) HOOVER ET AL. (2004), WHEELER ET AL. (2005), KELLER ET AL. (2012), BONILLA ET AL. (2016), GATTI ET AL. (2016), NOVARA ET AL. (2018), CONIBERTI ET AL. (2018)). Darüber hinaus erfolgt auch durch BRAMLEY & LAMB (2003) eine Zuordnung zu Wuchsklassen in Abhängigkeit der Wuchsbereiche, die innerhalb einer Rebanlage vorzufinden sind. Die Ergebnisse, die in Abb. 31-2 die Frischgewichte des ein- und zweijährigen Holzes für alle Versuchsanlagen und in Abb. 31-3 die Trockengewichte des ein- und zweijährigen Holzes in Abhängigkeit der Wuchsklassen darstellen, sind similär, wobei die Ergebnisse im Jahr 1999 eindeutiger durch signifikante Unterschiede belegt werden konnten als im Jahr 1998. Diese Unterschiede sind auch auf die höhere Wüchsigkeit im Jahr 1999 zurückzuführen, weil hier eine bessere Verfügbarkeit von Wasser durch höhere Niederschläge vorlag (siehe Anhang Witterungsdaten Kap. 9.2.5.2). Ein Problem bei der Bewertung zur Unterscheidung der Wuchsklassen in Bezug auf die Schnittholzgewichte, liegt auch in der fehlenden gesamten Bandbreite der

Wuchsklassen auf allen Versuchsflächen, insbesondere auf den starkwüchsigen Flächen (Bsp. Geisenheim (Kap. 3.3.1.3), Eltville (Kap. 9.3.3.5.3)). Dementsprechend konnten in Geisenheim nur die Wuchsklassen 7 und 9 beerntet werden. Trotzdem wird in der Gesamtheit deutlich, dass die Wuchsklassen durch das Schnittholzgewicht unterscheidbar sind, wobei die signifikanten Unterschiede nicht immer herausgearbeitet werden können. So lag bei allen Frischgewichten des Schnittholzgewichts zwischen Wuchsklassen 1 und 3 niemals ein statistisch signifikanter Unterschied vor. Die Unterscheidung dieser Wuchsklassen stellt zwar im Freiland kein Problem dar, aber bei solch geringen Schnittholzern in diesem Wuchsbereich ist die Varianz bei den ermittelten Werten zu hoch, um einen signifikanten Unterschied absichern zu können. Beim Trockenschnittholzgewicht und weiteren Einzelschnittholzgewichten konnten die Wuchsstufen 1 und 3 wiederum signifikant deutlich unterschieden werden. Weiterhin konnte aufgezeigt werden, dass die Wuchsstufe 5 von allen anderen Wuchsstufen unterschieden werden konnte, auch wenn zum Teil dazu nicht im Ergebnisteil dargestellte Einzelschnittholzgewichte herangezogen werden mussten. Gleiches gilt für die Wuchsstufe 7, die im Wesentlichen auch von allen Wuchsstufen unterschieden werden konnte. Im Ergebnisteil wird weiterhin gezeigt, dass eine Absicherung von einem signifikanten Unterschied zwischen den Boniturstufen 7 und 9 in allen Versuchsflächen gelingt. Das steht zum Teil in Zusammenhang mit der eingeschränkten Anzahl von Wuchsboniturstufen. Auf manchen Versuchsflächen spiegelt sich aber auch die Schwierigkeit wider, diese beiden Wuchsboniturstufen im Freiland immer exakt zu unterscheiden. Da die sehr frohwüchsige Boniturstufe 9 in starkwüchsigen Jahren mit sehr hohen Niederschlägen nur marginale Unterschiede hinsichtlich der Wuchsstärke aufweist (Abb. 31-3: Trockengewichte Eltville (Abb. 3352-28), Rüdesheim (Abb. 3342-28)), ist dieses Ergebnis nicht verwunderlich. Trotzdem kann im Gesamten über alle Versuchsflächen hinweg eine innere Differenzierung der Wuchsklassen durch die unterschiedlichen Schnittholzgewichte vollzogen werden; dies steht analog zu den Ergebnissen in der Faktorenanalyse. Des Weiteren kann somit auch der Zusammenhang zwischen dem Rebwuchs und dem Schnittholzertrag (NOVARA ET AL. (2018)) hergestellt werden.

4.1.1.2 Die Differenzierung der Wuchsklassen durch den Stockertrag

Die nach Wuchsklassen gruppierten Stockerträge auf allen Versuchsflächen in den Jahren 1998 und 1999 sowie der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008 werden in Abb. 31-4 wiedergegeben. Die Tendenz, dass der Stockertrag mit zunehmender Wuchsklasse

ansteigt, konnte im Jahr 1998 auf allen Versuchsflächen aufgezeigt werden. Im Versuchsjahr 1998 konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Wuchsklassen, basierend auf den Stockerträgen mit Ausnahme auf der Fläche Eltville (siehe Kap. 3.1.1: Abb.: 31-4), gefunden werden. Dies ist auf die geringe Datenmenge und die eingeschränkte Bandbreite der gemessenen Wuchsklassen auf den einzelnen Versuchsflächen zurückzuführen. Zur weiteren Validierung wurden deshalb in einem zusätzlichen Versuch im Jahr 1999 alle Wuchsboniturklassen auf der Versuchsfläche Hattenheim getrennt beerntet und verwogen, um auch hier unterschiedliche Einflüsse durch die Düngevarianten auszuschließen. In diesem Exaktversuch (Abb. 31-4) wurde mit Ausnahme der Wuchsboniturstufen 7 und 9 eine statistisch signifikante Unterscheidung zwischen den Wuchsklassen hinsichtlich des Stockertrags gefunden. Dagegen konnte im Jahr 1999 auf den Versuchsflächen Kiedrich 1 und Kiedrich 2 ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Wuchsklassen 7 und 9 festgestellt werden. Weiterhin konnte auf der Versuchsfläche Kiedrich im Jahr 1999 eine deutliche Abtrennung fast aller Wuchsklassen voneinander erfolgen. Die fehlende statistische Unterscheidbarkeit der Klassen 7 und 9 auf der Versuchsfläche Geisenheim ist wiederum auf die fehlende Bandbreite der Wuchsklassen zurückzuführen, weil in dieser Fläche nur diese beiden Wuchsklassen beerntet werden konnten. Auf die besondere Wuchsstärke und extreme Homogenität dieser Rebfläche hinsichtlich des Wuchses wurde mehrfach hingewiesen. Diese Situation dürfte die fehlende Unterscheidbarkeit auf dieser Fläche auch hervorrufen. Die Unterscheidbarkeit der Wuchsklassen 7 und 9 auf der Basis des Stockertrags wird auf den Versuchsflächen Kiedrich 1 und Kiedrich 2 im Jahr 1999 dokumentiert.

Damit kann eine statistische Differenzierung aller Wuchsklassen hinsichtlich des Stockertrags belegt werden, sodass dieses Verfahren auch für die Ermittlung von Verlustraten durch Ermittlung des potenziellen Ertrags durch eine Wuchsbonitur aller Einzelstöcke, z.B. einer Rebzeile (PORTEN, & C. JUNG (2014A)) herangezogen werden kann. Im Gegensatz zur Faktorenanalyse konnte somit ein sehr guter Zusammenhang zwischen Ertrag und Wuchsklasse hergestellt werden. Ähnliche Ergebnisse zeigen CORTELL ET AL. (2008) auch bei Analysen zu den dreistufigen Wuchsmodellen in Bezug auf den Ertrag, wobei in diesen Studien eher ganze Flächenbereiche in einem Weinberg den drei Wachstufen zugeordnet werden und keine Einzelstockbetrachtung erfolgt. Aber die Analyse der Stockerträge zeigt, dass die Faktorenanalyse zwar eine grobe Einschätzung zur Differenzierbarkeit der Wuchsklassen liefert, in Bezug auf verschiedene Parameter die Bewertung der Versuchsergebnisse aber darüber hinaus eine Differenzierung der

Wuchsklassen zulässt. Die Einflüsse durch die begrenzte Bandbreite der vorhandenen Wuchsklassen auf den einzelnen Versuchsflächen sowie die indifferenten Einflüsse durch die Versuchsvarianten (Düngemaßnahmen) geben einen Erklärungsansatz für die unterschiedlichen Ergebnisse gegenüber der Faktorenanalyse. Insgesamt kann durch die aufgezeigte Differenzierung der Wuchsklassen und anhand des Stockertrags eine Wuchsbeschreibung auf einer Rebfläche im Freiland gelingen, sodass damit Rückgangerscheinungen, im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b. bewertbar sind.

4.1.1.3 Die Differenzierung der Wuchsklassen durch den Chlorophyllgehalt der Rebblätter, die Kümmertriebzahl und das Mostgewicht

Die im Ergebnissteil angestellten Betrachtungen über alle Versuchsflächen und Versuchsjahre in den Abb. 31-5, Abb. 31-6, Abb. 31-7 zeigen, dass die wuchsklassenspezifischen Chlorophyllvergleichswerte sehr unterschiedlich sind. Dabei konnten unterschiedliche Signifikanzen in einigen Rebflächen festgestellt werden. Eine Unterscheidung war wohl auch durch die Einflüsse der Düngemaßnahmen in Abhängigkeit der unterschiedlichen Bodeneigenschaften an den verschiedenen Standorten nicht möglich. Daher wurden aus allen Ergebnissen in einer Art Zusammenfassung Mittelwerte für die Chlorophyllvergleichswerte über alle Flächen hinweg ermittelt. Diese Mittelwertbildung führte zu einem klaren Bild hinsichtlich der Differenzierung der Chlorophyllvergleichswerte zu den drei Messzeitpunkten (Blüte, Veraison, Lese). Dass dabei bei der Blüte die höchsten Chlorophyllgehalte bei den Reben der Klasse 5 festzustellen waren und die Chlorophyllgehalte mit den Wuchsklassen 7 und 9 abnahmen, zeigt, dass beim Chlorophyllgehalt keine Differenzierung der Wuchsklassen anhand dieses Parameters vollzogen werden kann. Auch die statistische Unterscheidbarkeit der Klassen 1, 3 und 9 kann über diese Tatsache nicht hinwegtäuschen. Dass die Chlorophyllvergleichswerte sehr eng mit dem Stickstoffgehalt der Blätter korrelieren, zeigen SEITER, P (2000), ZIEGLER (2002B) und RUPP ET AL. (1999) auf. Somit ist ein Einfluss durch die Düngemaßnahmen nicht auszuschließen. Zu den Messzeitpunkten (Blüte, Veraison und Lese) liegen aufgrund der unterschiedlichen Entzugsintensität der Nährstoffe und des Nährstoffbedarfs sowie durch die unterschiedliche Bereitstellung von Nährstoffen (Bodenwassergehalt, Bewuchs, usw.) sehr differierende Situationen vor, die sich auch in den unterschiedlichen Messergebnissen widerspiegeln. So wurde im Ergebnissteil die Tatsache verdeutlicht, dass sich zum Messzeitpunkt während der Blüte gegenüber den anderen Messzeitpunkten der höchste Chlorophyllgehalt bei der Klasse 7 festzustellen war, gegenüber der Klasse 5.

Dass darüber hinaus die Wuchsklassen 5 und 9 nahezu identische Werte aufzeigten, verstärkt die fehlende signifikante Unterscheidbarkeit der Wuchsklassen anhand dieses Parameters. Das wiederum zum Messzeitpunkt „Lese“ ein komplett anderes Bild hinsichtlich der Differenzierung der Wuchsklassen anhand der Chlorophyllvergleichswerte vorlag, ist als Beleg dafür anzusehen, dass die Chlorophyllvergleichswerte als generellen Beleg für die Wuchsklassenunterschiede nicht heranzuziehen sind. Obschon festzustellen war, dass mit steigenden Wuchsklassen auch die Chlorophyllvergleichswerte anstiegen, indem auch der höchste Wert bei Klasse 9 vorlag. Weiterhin konnten auch an diesem Untersuchungstermin fast alle Wuchsklassen statistisch voneinander unterschieden werden. Eine Ausnahme stellt dabei die Wuchsklasse 5 dar, die nicht statistisch signifikant von den Wuchsklassen 7 und 9 unterschieden werden konnte. Wie bei anderen Parametern auch des Öfteren festzustellen war, konnten zur Lese hin die Unterschiede zwischen den Wuchsklassen 7 und 9 nicht statistisch signifikant belegt werden. Der Unterschied zwischen diesen beiden Wuchsklassen ist somit schwierig zu detektieren. Zum Zeitpunkt der Lese werden die Unterschiede zwischen den Wuchsklassen mit den Chlorophyllvergleichswerten aber insgesamt am realistischsten abgebildet. Damit wird deutlich, dass zu diesem Zeitpunkt der zuvor aufgeführte starke Einfluss der Düngemaßnahmen auf den Chlorophyllgehalt, dargestellt am Beispiel des Nährstoffs Stickstoff, keinen so starken Einfluss mehr darstellt. So kann der Chlorophyllgehalt unter Vorbehalt zum Zeitpunkt der Lese zur Differenzierung der Wuchsklassen herangezogen werden. Somit wird aber auch deutlich, dass die Faktorenanalyse diesen Parameter „Chlorophyllvergleichswerte“ nicht so eng in Zusammenhang mit den Wuchsklassen stellen konnte. Trotzdem kann in eingeschränkter Form der Chlorophyllgehalt zur Lese dazu dienen, die Wuchsklassenunterscheide und damit die Wuchsunterschiede in einer Rebanlage zu ermitteln.

Da in beiden Versuchsjahren 1998 und 1999, dargestellt durch die Abb. 31-8, in nahezu keinem Fall die Wuchsklassen durch die Anzahl der Kümmertriebe je Rebstock statistisch signifikant unterschieden werden konnten, kann dieses Kriterium nicht herangezogen werden, um die Wuchsklassen gegeneinander abzugrenzen. Dieses Ergebnis ist analog zu den Resultaten der Faktorenanalyse zu sehen, die auch keine enge Beziehung zwischen den Wuchsklassen und den Kümmertrieben herstellen konnte. Daher ist dieser Parameter eine interessante Zusatzgröße, um Wuchsveränderungen in Teilbereichen einer Rebanlage anzuzeigen. Aufgrund der bereits im Ergebnisteil angesprochenen hohen Einflüsse, die aus den ungleichen Ernährungszuständen der Reben und der damit einhergehenden

Uneinheitlichkeit der Werte resultieren, können die Ergebnisse, die auf diesem Parameter beruhen, nicht als Beleg für die Wuchsklassendifferenzierung herangezogen werden.

Beim Mostgewicht konnten in Abb. 31-9 fast keine statistischen Unterschiede zwischen den Wuchsklassen festgestellt werden. Die statistisch signifikanten Unterschiede beruhen zum Teil auf einer Mostgewichtsdifferenz von 1° Oechsle. Da dieser Unterschied im Messfehlerbereich liegt, können die statistischen Ergebnisse nicht als relevant angesehen werden. Demzufolge ist das Mostgewicht, ebenfalls wie die Kümmertriebzahl, analog zu den Ergebnissen der Faktorenanalyse in keine enge Beziehung zu den Wuchsklassen zu stellen. Es kann somit nicht herangezogen werden, um eine Wuchsklassendifferenzierung zu vollziehen.

4.1.1.4 Zusammenfassung zur Bewertung des Wuchsbonitursystems

Insgesamt konnte analog zur Faktorenanalyse eine klare Differenzierung der Wuchsklassen anhand der Schnittholzgewichte vollzogen werden. Dass ein Zusammenhang zwischen dem Schnittholzgewicht und dem Wuchs der Reben vorliegt, wurde dabei schon von MURISIER & FERRETTI (1996) und SCHWAB & PETERNEL (2006) gezeigt. Ein Zusammenhang zwischen dem Schnittholzgewicht und Wuchsabstufungen in einer Rebanlage zeigten dabei BRAMLEY & LAMB (2003) auf. Weiterhin konnte bei dem sehr aussagekräftigen generativen Parameter des Stockertrags eine Differenzierung der Wuchsklassen gelingen, da vor allem ein zusätzlicher Versuch auf einer Fläche (Hattenheim) ohne Einflüsse durch die Düngemaßnahmen durchgeführt worden war. Dadurch konnte im späteren Verlauf dieser Arbeit auch ein System zur Beurteilung von Erträgen in einer Versuchsanlage im Vorfeld der Lese (PORTEN, & JUNG (2014A), MÜLLER ET AL. (2016), PORTEN, M. & REGNERY (2016h,j,k)) etabliert werden, das auch auf einer zusätzlichen Einzelstocklese, getrennt nach Wuchsklassen, beruht. Somit wurde ein sehr wertvolles Instrument geschaffen, um komplizierte Versuche mit Erntemaschinen auf einen kleineren Rebbereich zu begrenzen und aussagekräftige Ergebnisse zu Verlustraten einer solchen Maschine zu erhalten. Damit wurde indirekt auch ein Beleg zur Verwendung der Wuchsklassen erreicht. Die Ergebnisse bei den Chlorophyllgehalten waren sehr indifferent hinsichtlich der Wuchsklassendifferenzierung, konnten aber vor allem im Bezug zum Untersuchungszeitpunkt „Lese“ auch eine klare Abstufung der Wuchsklassen vornehmen. Das die Parameter Mostgewicht und Kümmertriebe nichts zur Wuchsklassendifferenzierung beitragen konnten, war durch die Faktorenanalyse bereits herausgearbeitet worden.

Trotzdem blieb eine Überprüfung des wuchskorrelierten Parameters „Kümmertriebe“ in Sinne der Absicherung der Ergebnisse sinnvoll. Insgesamt können die Parameter, die sehr stark in Verbindung mit der Wuchskraft einer Rebanlage, sowie dem Schnittholzgewicht und dem Stockertrag stehen, die Wuchsklassendifferenzierung belegen und somit im ersten Schritt dazu beitragen, ein wesentliches Messinstrument (Wuchsbonitursystem) zur Beurteilung der Arbeitshypothesen a. und b. zu testen. Ziel dieser Arbeit ist es, ein Wuchsbonitursystem zu ermitteln (Kapitel 1. Einleitung), um diese Arbeitshypothesen zu bewerten und Klarheit in die Wuchsbewertung einer Rebanlage zu bringen und damit Rückgangerscheinungen deutlich darstellen und abgrenzen zu können. Um die Funktionalität des Wuchsbonitursystems zu belegen, wurden im Folgenden Anwendungsbeispiele- und gebiete aufgezeigt, die im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit bearbeitet wurden.

4.1.2 Anwendungsbeispiele zur Evaluierung des Wuchsbonitursystems

4.1.2.1 Rebwuchsbeurteilung anhand der Einzelstockwuchsbonitur bei den Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 über einen Zeitraum von 12 Jahren

Um den Wuchs einer Rebanlage auch über einen Zeitraum von mehreren Jahren beurteilen und belegen zu können, wurde das Wuchsbonitur System über einen Zeitraum von 12 Jahren angewendet. Die Ergebnisse der Einzelstockbonitur sind in Abb. 31-10 (Geisenheim) und Abb. 31-11 (Kiedrich 1) dargestellt. In der Oenologie ist die Beobachtung von Rebanlagen über einen sehr langen Zeitraum von enormer Bedeutung, weil die Qualität der Weine sehr stark vom Alter der Rebstöcke abhängt (ZUFFEREY & MAIGRE (2007)) und die Alterungsfähigkeit der Weine auch sehr stark mit dem Alter der Rebanlagen in Verbindung gebracht wird. So muss im Weinbau auch aufgrund der perennierenden Kultur in längeren Zeiträumen gedacht werden, weil die Standzeit einer Rebanlage zumeist auf mindestens 25 bis 30 Jahre ausgelegt ist. Ein Instrument, um die sehr wichtigen Informationen zur Dokumentation des Wuchses der Rebanlage festzuhalten, lag bisher nicht vor und es ist von besonderem Interesse, solch ein Instrument in der Hand zu haben, um auch längerfristige Entwicklungen auf einer Rebfläche zu beobachten und kennenzulernen. Darüber hinaus könnten somit Trauben aus Problembereichen oder Bereiche im Weinberg mit einem anderen Wuchsverhalten abgetrennt und gesondert verarbeitet werden. Dies ist ein sehr wichtiger Aspekt hinsichtlich des Qualitätsstrebens. Das Potenzial eines Mostes und späteren Weines könnte somit besser abgeschätzt und dokumentiert werden und würde ein wichtiges Instrument als Handlungsoption für den Kellermeister

darstellen (Porten & Regnery (2017j)). So können zu schwache Wuchszustände, die mit einer Boniturnote unter 5 belegt werden, zu schwachen und auch fehlerhaften Weinen führen, da ein zu großes Stresspotenzial vorliegt. Als Beispiel dient hier die Ausbildung des untypischen Alterungstons (UTA), der auch anhand von dem off-flavour 2-Aminoacetophenon nachgewiesen werden kann (RAPP & VERSINI (1995)). Aber auch die gegenteilige Situation kann durch übermäßigen Wuchs dieses Fehlroma hervorrufen, da die permanente Überlastung (Stress) der Rebstöcke zur Folge hat, dass die daraus entstehenden Weine kein Alterungspotenzial (RAPP (1999B)) aufweisen. Deshalb wurde auch die Wuchsboniturstufe 9 eingeführt, die einen zu starken Wuchs gegenüber der Wuchsboniturstufe 7 anzeigt. Um eine Differenzierung bei der Wuchsanalyse innerhalb einer Rebanlage durchzuführen, wird deutlich, dass die Betrachtung in kleinräumigeren Bereichen, mit Bezug auf den einzelnen Stock durch die Wuchsbonitur wichtig ist für die Analyse und Bewertung von Versuchen oder Maßnahmen im Weinberg. Für diesen Bereich sind die Wuchsbonituren für die Versuchsjahre 1997 bis 1999 hinsichtlich der einzelnen Versuchsvarianten im Ergebnisteil im Kapitel 3.3 beschrieben und in der Diskussion bewertet worden. Mit der Langzeitstudie in den Abb. 31-10 (Geisenheim) und Abb. 31-11 (Kiedrich 1) wird nun auch der Effekt der langfristigen oder jahresbedingten Einflussfaktoren belegt. So wurde in Abb. 31-10 in Geisenheim die Effekte der Düngemaßnahmen in den Jahren 1998 und 1999 deutlich belegt. Darüber hinaus wurde im Ergebnisteil über zwei zusätzliche, exzeptionelle Ereignisse in den Folgejahren des Versuchszeitraums berichtet. Zum einen wurde das sehr extreme Jahr 2003 (FOX (2004A)) aufgeführt, dass sich durch eine sehr hohe Anzahl von Sonnenscheinstunden, hohe Strahlungswerte und Temperaturen laut SCHMITT (2005) auszeichnete. Dies ging einher mit einem sehr hohen Wasserbedarf der Reben, der nicht immer in ausreichender Weise in diesem Jahr (2003) zur Verfügung stand, sodass insgesamt in den einzelnen Weinbaugebieten viele Stresssymptome bei den Reben auftraten, die sich vor allem in einem geringeren Wuchs widerspiegeln. Diese Art der Wuchsdepression konnte bei der 12-Jahresanalyse sogar in der ansonsten sehr frohwüchsigen Rebanlage in Geisenheim in Abb. 32-10 deutlich aufgezeigt werden. Des Weiteren wurde ab 2006 aus personellen Gründen die Anlage an einen anderen Bewirtschafter übergeben, der eine extensivere Bewirtschaftung ohne stärkere Humuszufuhr durchführte. Der Zustand der Anlage verschlechterte sich innerhalb von drei Jahren. Auch die allgemeine Pflege der Anlage ließ bei diesem Bewirtschafter nach. Dies war deutlich an der Instandhaltung des Drahrahmens (REGNERY & PORTEN (2015B)) und der mangelhaften Laubarbeit festzustellen. Weiterhin wurde im Ergebnisteil angeführt,

dass ein stärkerer Befall mit Roter Spinne, auch aufgrund einer mangelhaften Pflanzenschutztaktik, die nicht auf einer Raubmilben schonenden Vorgehensweise (HOFFMANN & PORTEN (2007)) aufbaute, im Jahr 2008 festgestellt wurde. Der Rote-Spinne-Befall wirkt sich sehr stark auf den Wuchs der Reben aus. Diese Wuchsveränderung wurde im Jahr 2008 sehr deutlich und auf dieser bis zu diesem Zeitpunkt sehr frohwüchsigen Rebanlage in Abb. 31-10 dokumentiert und ersichtlich. Damit wird deutlich, dass dieses System auch bei einer Anlage, die über einen sehr guten und homogenen Wuchs verfügt, negative Einflüsse durch die Bewirtschaftung dokumentieren kann. Das ist umso erstaunlicher, da gemeinhin Veränderungen durch fehlende oder aussetzende Humuswirtschaft eher von langfristiger Natur hinsichtlich der Veränderungen und deren Erkennung (Schaller (1979, 2004a, 2004b, 2005)) sind. Das zeigt, dass dieses Wuchsbonitursystem sehr gut eingesetzt werden kann, um Wuchsveränderungen, auch im Sinne der Arbeitshypothesen auf Rebflächen, zu dokumentieren.

Eine vollkommen unterschiedliche Situation lag immer auf der zweiten Versuchsfläche Kiedrich 1 vor. Diese Anlage wurde innerhalb der Versuche auch in Kapitel 3.3 mit den Wuchssituationen in den Jahren 1997 bis 1999 hinsichtlich der Einflüsse durch die Düngemaßnahmen beschrieben. Schon bei der Analyse dieser Versuchsjahre wurde die Rebfläche hinsichtlich der Bewirtschaftung und Bestandsführung als mangelhaft angesehen. Diese mangelhafte Bewirtschaftung schlägt sich auch in einem teilweise sehr schlechten Wuchs nieder, der Abb. 31-11 entnommen werden kann. Insbesondere die extreme Verschlechterung der Versuchsvariante ‚Kontrolle‘ im unteren rechten Quadranten wird in dieser Versuchsfläche evident. Die extreme Verschlechterung in der Variante ‚Kontrolle‘ nimmt in den Folgejahren zu den Versuchsjahren zu und erfährt ihren Höhepunkt im Extremjahr 2003 (SCHMITT (2005)). Weiterhin wird deutlich, dass in der Zeit der Versuche und noch bis zu zwei Jahre nach den Versuchen ein intensiver Kontakt zu dem bewirtschaftenden Winzer bestand und, im Sinne einer Beratung, Einfluss auf die Bodenbewirtschaftung und Düngung gewährleistet war. Daher ist der bessere Wuchs, der auch über das Jahr 1999 bis hin zum Jahr 2001 einigermaßen erhalten werden konnte, erklärbar. Aber schon ab dem Jahr 2002 ist ein leichter Niedergang der Wüchsigkeit und eine weitere Verschlechterung der ehemaligen Variante ‚Kontrolle‘ (rechter Quadrant unten) festzustellen. Der Verzicht des Winzers auf Kaliumdüngungen und Humusapplikationen führte zu dieser Situation und ist auf Arbeitszeitprobleme (nebenberufliche Bewirtschaftung der Fläche) zurückzuführen. Dass aber immense Probleme in der ehemaligen Variante vorliegen, die durch die Art der Bewirtschaftung ausgelöst wurden, wird auch

wiederum im Jahr 2003 sowie den folgenden Jahren verdeutlicht. HUBER (2007) zeigt in seiner Arbeit, dass auf dieser Teilfläche ('Kontrolle') eine Etablierung von *Cylindrocarpum spp.*, *Sorospaera viticola*, *Roesleria subterranea* und weiterer pathogener Pilze und Organismen erfolgte, die sehr persistent und schadhaft für die Reben sind. Der extreme Niedergang auf dieser Teilfläche ist damit zu begründen und wird auch gut mit dem Wuchsbonitursystem angezeigt. Dass in den Folgejahren zunächst für die beiden Jahre 2004 und 2005 eine Besserung des Wuchses auf der Rebanlage eintrat, ist mit dem Düngeeffekt zu erklären, der im Ergebnisteil angesprochen wurde. Dieser Effekt beruht auf einem Wiederholungsversuch hinsichtlich eines anderen Versuches, der hier nicht im Weiteren beschrieben wird. Somit waren eine Teildüngung und ein Austausch mit dem bewirtschaftenden Winzer gegeben, der in der Folge wiederum seine Bewirtschaftung etwas anpasste und intensivierte. Die stärkere Wuchsverbesserung auf der Versuchsfläche in den Jahren nach Beendigung des Versuches (2004 und 2005) konnte im Ergebnisteil deutlich in Abb. 31-11 aufgezeigt werden. Die mittleren Wuchswerte im Jahr 2004 mit 6,4 und 2005 mit 6,2 sprechen dabei eine deutliche Sprache, da diese Werte mit Abstand in dieser sehr problematischen Rebanlage weder vor noch nach diesen beiden Vegetationsperioden (2004, 2009) erreicht worden waren. Nach dem aufgeführten Einfluss durch den Versuch verschlechterte sich der Zustand der Rebanlage in Abhängigkeit der Wuchsbedingungen des Jahrgangs (Wasserversorgung) wieder, weil sich eine entsprechende, sehr extensive Arbeitsweise des Bewirtschafters einschlich. Somit wird deutlich, dass dieses Wuchsbonitursystem in der Lage ist, auch auf einer solch problematischen Fläche hinsichtlich des Wuchses, die realen Wuchszustände adäquat abzubilden. Somit können Kurz- und Langzeiteffekte sehr gut abgebildet werden. Das Wuchsbonitursystem in Form der Einzelstockanalyse dient damit sehr gut dazu, den Wuchs und die Wuchsveränderungen auf einer Rebfläche im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b. und auch hinsichtlich der Rückgangserscheinungen festzustellen.

4.1.2.2 Rebwuchsbeurteilung anhand der Flächenkonturplots des Rebwuchses bei den Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 über einen Zeitraum von 12 Jahren

Auf Grundlage der Einzelstockbonituren wird innerhalb der Abb. 31-12 und 31-13 ein Flächenkonturplot dargestellt, der durch die Bildung von gleitenden Durchschnitten die Wuchsbewertungen der Einzelstöcke mittelt und somit Wuchsveränderungen stärker in eine strukturelle Veränderung in Flächenbereichen überführt. Damit können möglicherweise Wuchsveränderungen aufgedeckt werden, die bei der Betrachtung von

Einzelstockergebnissen verborgen bleiben. Somit lassen sich nach HUBER (2007) auch Veränderungen detektieren, die im Boden durch Veränderungen der Pilzzönosen indiziert werden. Damit kann dieses Verfahren der einfachen Darstellung zusätzliche Informationen zu Wuchsveränderungen und Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothese a. und b. aufzeigen. Der Flächenkonturplot auf der Versuchsfläche Geisenheim (Abb. 31-2) zeigt sehr deutlich die große Homogenität des Wuchses auf. Durch die Mittelwertbildung kann z.B. im Jahr 1999 kein Unterschied mehr im Wuchs auf der gesamten Fläche nachgewiesen werden. Damit scheint die Aussagefähigkeit dieses Verfahrens begrenzt zu sein. Aber diese Verfahrensweise, mit einer Normierung bei der Mittelwertbildung mit der ganzen Bandbreite der Wuchsklassen (0-9) zu arbeiten, führt natürlich auch zu einer Verdichtung von Aussagen. Damit ist auch sehr gut die große Homogenität der Rebfläche, auch über Jahre hinweg, zu belegen. Weiterhin werden im Jahr 2003 auch die für diese sehr frohwüchsige Anlage extremen Wuchsveränderungen, die durch den extremen Sommer verursacht worden waren, durch eine starke Aufhellung der gesamten Rebfläche klar verdeutlicht. Diese Wuchsveränderungen konnten durch die Einzelstockdarstellung (Abb. 31-10) auch ermittelt, aber in ihrer Ausprägung, besonders in der Zeitreihe, nicht so deutlich dargestellt werden. Darüber hinaus wird im Jahr 2005 ein sehr homogener Wuchs auf der Fläche Geisenheim auf einem sehr hohen Wuchsniveau in Abb. 31-2 angezeigt. Die in den folgenden Jahren abfallende Wuchsintensität durch die Veränderung in der Bewirtschaftung, die bereits bei den Einzelstockanalysen in Abb. 31-10 dargestellt wurde, wird bei dem normierten Flächenkonturplot auch mehr in exemplarischer Weise herausgearbeitet, aber durch die Darstellung innerhalb der Zeitreihe gut dokumentiert. Das insgesamt hohe Wuchsniveau der Versuchsfläche Geisenheim lässt sich somit gut belegen und die damit verbundene langsamere oder verzögerte Ausformung von Rückgangerscheinungen wird mit diesem System des normierten Flächenkonturplots deutlich herausgearbeitet. Die bereits mehrfach angesprochene Homogenität der Versuchsfläche wird im normierten Flächenkonturplot eindeutig belegt durch die „gröbere“ Mittelwertbildung des gleitenden Durchschnitts über die ganze Bandbreite der Wuchsklassen hinweg. Damit wird deutlich, dass diese Verfahrensweise eine gute Möglichkeit bildet, um die Homogenität von Rebflächen zu überprüfen und zu belegen. Da im Versuchswesen eine homogene Versuchsfläche sehr wichtig ist (WILBOIS ET AL. (2004)), um unbeeinflusste Ergebnisse zu erhalten, ist diese Methode sehr hilfreich, um im weinbaulichen Versuchswesen solche Einflüsse auszuschalten, oder um sie bei der Bewertung von Wiederholungen mit in die Analyse einbeziehen zu können. Weiterhin wurde im

Ergebnisteil herausgearbeitet, dass auf der Versuchsfläche Geisenheim ein Bereich mit geringerem Rebwuchs nicht primär mit dem Zeilenverlauf, sondern quer zu den Rebzeilen verläuft. Diese Entwicklung wird mit dem Flächenkonturplot im Jahr 1997, vor Beginn der Düngemittelversuche, in Abb. 31-10 deutlich herausgearbeitet. Eine Wuchsverschlechterung die in der Abb. 31-10 am rechten seitlichen Rand der grafischen Darstellung festgestellt werden konnte scheint auch im späteren zeitlichen Verlauf innerhalb der langfristigen Studie immer wieder aufzutreten und breitet sich in Abhängigkeit der Bewirtschaftung deutlicher aus. In diesem Zusammenhang kann eine Art seitliche Einwanderung in Form einer Wuchsverschlechterung festgestellt werden. Diese Wuchsveränderung tritt in gleicher Weise in den Jahren 2005 bis 2008, also demnach 7 bis 11 Jahre nach Etablierung der Düngemittelversuche im Jahr 1998, bzw. nach Wiederaufnahme der betriebsüblichen Bodenbewirtschaftung, auf. Dies zeigt, dass die Veränderung durch eine weniger intensive Bewirtschaftung mit dem normierten Flächenkonturplot sehr gut verdeutlicht werden kann. Die Auswirkungen, unabhängig von den Düngerversuchspartellen auf dieser Fläche, werden somit ebenfalls herausgearbeitet, sodass diese Einflüsse durch Bewirtschaftungsmaßnahmen auf der gesamten Fläche (Bsp. Bodenbearbeitung mit dem Grubber) auch mit in die Analyse aufgenommen werden. Damit dient der normierte Flächenkonturplot sehr gut dazu, Wuchsveränderungen und beginnende Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b. zu ermitteln. Dem Ziel, ein Wuchsnitursystem zu etablieren, damit diese Rückgangerscheinungen dokumentiert werden können, wird damit entsprochen.

Der normierte Flächenkonturplot der Versuchsfläche Kiedrich 1 zeigt in Abb. 31-3 vor Versuchsbeginn 1997 sehr deutlich, dass im unteren rechten Quadranten auf der zukünftigen Variante 'Kontrolle' wesentlich bessere Wuchsbedingungen gegenüber den anderen Varianten vorlagen. Diese Erkenntnis konnte auch schon durch die Darstellung der Einzelstockanalyse herausgearbeitet werden, mit dieser Darstellungsweise jedoch lassen sich diese Vorbedingungen vor dem Versuch viel deutlicher darstellen. Parallel zur Einzelstockanalyse können die Wuchsverbesserungen auf den Düngervarianten und die Wuchsverbesserungen nach Beendigung der Versuche und die damit einsetzende Wuchsverschlechterung, z.B. nach dem Jahr 2005, deutlich herausgearbeitet werden. Damit dient dieses System dazu, Entwicklungen exemplarischer darzustellen. Besonders deutlich wird, je nach Bewirtschaftungslage, die extreme Verschlechterung der 'Kontrolle'. Dabei scheint bei der Verschlechterung der Situation hinsichtlich des Wuchses, diese stärkere

Wuchsabschwächung seitlich in die Rebfläche einzudringen. Dieser Effekt konnte auch für die ersten Versuchsjahre deutlich in der Diskussion herausgearbeitet werden und scheint immer verstärkt zu werden, sobald eine extensivere Bewirtschaftung durch mangelhafte Bestandsführung und fehlende Humus- oder Makronährstoffdüngung etabliert wird. Auch die Tendenz der über die Rebzeilen hinwegreichenden Wuchsbereiche, die im Ergebnisteil angesprochen und zuvor auch in der Versuchsfläche Geisenheim mit dem normierten Flächenkonturplot herausgearbeitet wurde, zeigt, dass dieses Verfahren dazu dient, Einflüsse unabhängig von den Düngemaßnahmen zu detektieren. Diese Einflüsse, die durch die gleichartige Grundbewirtschaftung der Rebfläche entstehen, z.B. durch die Bodenbearbeitung, müssen aber in die Versuchsanalyse mit einbezogen werden und können somit mit diesem System bewertet werden. Doch konnte auch mit dieser Analyse festgestellt werden, dass die Wuchseinflüsse über die Versuchsareale im Jahr 1997 schon vor Beginn der Versuche vorhanden waren. Dass die intensiven Einflüsse durch das Extremjahr 2003 sowie die Veränderungen nach Etablierung eines Düngemittelversuchs (siehe Abb. 31-12 und 31-13) mit diesem normierten Flächenkonturplot zwar in abgeschwächter Form dargestellt werden konnten, zeigt, dass dieses System auch gut genutzt werden kann, um eine Wuchsbewertung im Sinne der Arbeitshypothese a. und b. durchzuführen.

Bei der in den Abb. 31-12 und 31-13 verwendeten Darstellungsart wurden die Wertebereiche normiert, d.h. eine Werteskala von 0 bis 9 verwendet, um die Vergleichbarkeit zwischen den dargestellten Rebflächen zu gewährleisten. Diese Vergleichbarkeit mindert hingegen die Möglichkeit der Auflösung verschiedener Wuchsareale in Rebbeständen mit sehr gleichförmigem Rebwuchs. Um diese genauere Differenzierung zu erreichen, müssen flächenspezifische Analysen durchgeführt werden, wie sie beispielhaft in den Abb. 31-14 und 31-15 für die Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 dargestellt sind. Im Vergleich der spezifischen Wuchsanalyse der normierten und der nicht normierten Rebanlagen in Abb. 31-12 und 31-14 bzw. 31-13 und 31-15 zeigt sich, dass bei beiden Analyseformen der Wuchs der Reben gleich, aber differenzierter bewertet werden muss. Dies zeigen v.a. die Ergebnisse der Versuchsfläche Geisenheim. Auf dieser Versuchsfläche wurden vor allem in den Jahren 1999 bis 2002 kaum Unterschiede im Rebwuchs festgestellt. Die nicht normierte flächenspezifische Analyse zeigt aber, dass auch in diesen Jahren Areale unterschiedlichen Wuchses auf der Rebanlage vorhanden waren. Somit ist auch in diesen Jahren beispielsweise ein quer zu den Rebzeilen verlaufender Bereich, bis ca. Stockmeter 20, mit geringerem Wuchs erkennbar. Eine differenzierte Auflösung des

Wuchses, wie sie im Ergebnisteil dargestellt wird, kann somit mit dieser Darstellung erreicht werden. Wobei sicherlich auch einige Bereiche in ihrer Ausprägung hinsichtlich einer Rückgangerscheinung mit diesem System stark überschätzt werden. Damit können aber mit dieser Art der Untersuchung Problembereich deutlicher herausgearbeitet werden. So wurden mit dieser Methode der nicht normierten Flächenkonturplots Verdachtsstellen für den Befall mit *Roseleeria subterranea* (HUBER (2007) in der Versuchsfläche Kiedrich gefunden, die ansonsten augenscheinlich nicht erkennbar gewesen waren. Somit wurde sehr viel an Grabungs- und Analysezeit eingespart. So dient dieses Verfahren zur Verstärkung der Aussagen hinsichtlich der gefunden Verdachtsstellen und Rückgangerscheinungen, sollte aber nicht unbedingt losgelöst von den normierten Flächenkonturplot in die Analysebeschreibung einfließen. Daher wird auch anhand der Darstellungsweise des nicht normierten Flächenkonturplots gezeigt, dass die Wuchsanalyse sehr gut geeignet ist, um die Wuchsveränderungen und Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothese a. und b. darzustellen. Darüber hinaus wird deutlich, dass, aufbauend auf der Einzelstockanalyse, die beiden Arten des Flächenkonturplots dazu beitragen, wuchsbeeinflussende Maßnahmen oder Voraussetzungen auf der Versuchsfläche zu ermitteln, um so besser über die Randbedingungen (Homogenität, Verdachtspositionen) eines Versuches informiert zu sein. Die Flächenkonturplots dienen somit zur Verdeutlichung von Sachverhalten. Durch die Einzelstockanalyse können bereits die meisten relevanten Wuchsveränderungen im Sinne der Arbeitshypothesen erkannt und dokumentiert werden. Deshalb wurde bei den Wuchsanalysen zu den Düngemaßnahmen und anderen Versuchsflächen zur Bewertung der Wuchsveränderungen auch nur noch die Einzelstockdarstellung in Anwendung gebracht.

4.1.2.3 Ermittlung der Ertragsminderung bzw. -steigerung zur Differenzierung der Wuchsboniturstufen

Ein weiteres Anwendungsbeispiel für das Wuchsbonitursystem stellt die Ermittlung von Ertragsminderung bzw. -steigerung, dargestellt in der Tab. 31-1 für die Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 sowie im Jahr 2008 für die Versuchsfläche Herxheim, dar. Dabei wird, im Sinne der bisherigen Definition der Wuchsklasse 7 und der bisherigen ermittelten Zusammenhänge der Wuchsklassen, die Wuchsklasse 7 als die Klasse mit dem Normalertrag, der an dem jeweiligen Standort erreicht werden kann, festgesetzt. Im Zusammenhang mit den bisherigen Ergebnissen wird die Wuchsklasse 9 in der Definition sowie bei den im Wuchs

korrelierten Parametern immer als zu starkwüchsig oder mastig bezeichnet. Die ermittelten Werte zum Schnittholzgewicht und Ertrag haben diesen zu starken Wuchs in den meisten Fällen bestätigt. In Tabelle 31.1 werden die Abstufungen im Hinblick auf die jeweilige Wuchsboniturstufe klar herausgearbeitet, bis auf den Unterschied zwischen der Boniturstufe 7 und 9. Dieses Ergebnis korreliert, wie bereits ausgeführt, mit den Ergebnissen zu den anderen untersuchten Parametern (Schnittholzgewicht, Stockertrag, Chlorophyllgehalt, Kümmertriebe). Bei diesen Parametern gelang es auch nicht immer, eine Differenzierung zwischen den Boniturstufen 7 und 9 durchzuführen. Zum größten Teil lag das an den indifferenten Einflüssen der unterschiedlichen Düngemaßnahmen und an der hohen Variabilität des Traubengewichts, das laut MAY (2000) einen großen Einfluss auf die Ertragsermittlung hat. Das zeigt, dass in diesem sehr hohen und extremen Wuchsbereich nicht immer eine Differenzierung zwischen den beiden Wuchsstufen 7 und 9 möglich ist (HERMES & PORTEN (2019)). Weiterhin konnte aber auch, besonders durch den Versuch in 2008 auf der Fläche Hattenheim, zur Ermittlung der Einzelstockgewicht sowie in weiteren Versuchen zur Validierung der Verlustraten beim Steillagenvollernter (JUNG (2009), PORTEN & JUNG (2014A), MÜLLER (2015), MEUREN (2016) PORTEN ET AL. (2016A), PORTEN ET AL. (2016B), PORTEN ET AL. (2016D), PORTEN & REGNERY (2016L) MÜLLER ET AL. (2016)) gezeigt werden, dass eine Einzelstocklese im jeweiligen Versuchsjahr eine sehr gute Differenzierung und Normierung hinsichtlich der Wuchsboniturstufen erreichen kann. Da die Jahrgangseinflüsse wie sie MAY (2000) beschreibt sehr stark sind und auch die Erfahrung zeigt, dass besonders durch Botrytisbefall oder Reifeunterschiede kurz vor der Lese die Verhältnisse hinsichtlich der Traubengesundheit (HILL (2007)) und des Einzeltraubengewichts sich sehr stark verändern können. Daher ist die Einzelstocklese kurz vor dem Lesezeitpunkt ein probates Mittel, um eine Art Eichung des Bonitursystems für das konkret betrachtete Versuchsjahr zu erzielen. Somit wurde sichergestellt, dass die realen Differenzierungen zwischen den Wuchsboniturstufen ermittelt wurden, auf die auch im Weiteren eine Auswertung aufgebaut werden konnte. Diese Verfahrensweise wurde in einigen Diplomarbeiten und Bachelorarbeiten (JUNG (2009), MÜLLER (2015), MEUREN (2016)) zum Test von Steillagenvollernter-Entwicklungsstufen (PORTEN ET AL. (2016D)) erfolgreich eingesetzt. Sie wurde auch mehrfach überprüft, indem exakte Handlesen von ganzen Zeilen gegenübergestellt wurden mit dem auf der Grundlage des Bonitursystems vorhergesagten Ertrag der ganzen Rebzeile. Damit kommt z.B. für die jeweilige Rebanlage das in Tab. 31-1 aufgezeigte Ertragsabstufungsmodell zum Tragen, indem jedem bonitierten Rebstock in der Zeile ein Ertrag zugewiesen wird.

Somit kann der Gesamtertrag der ganzen Rebzeile ermittelt werden. Die mit diesem System gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass eine Abstufung des Ertrags hinsichtlich der Wuchsstufen, wie in Tab. 31-1 aufgezeigt, möglich ist. Damit werden die Wuchsboniturstufen klar voneinander abgetrennt und können somit den Wuchs einer Rebanlage beschreiben. Das Wuchsbonitursystem wird somit im Sinne des formulierten Ziels bestätigt, ein System zur Bewertung von Rückgangerscheinungen hinsichtlich der Arbeitshypothesen a. und b. zu etablieren. Darüber hinaus wird aber auch klar, dass die Jahrgangseinflüsse, besonders in nördlicheren Weinbaugebieten und Gebieten mit höheren Niederschlägen, extrem hoch sind und somit im Herbst eine Eichung des Systems durch Einzelstocklesen nach Wuchsboniturstufen erfolgen muss, um ein valides System zur Beurteilung des Ertrags zu haben. Dies wiederum erklärt auch die oftmals fehlenden signifikanten Unterschiede zwischen den Wuchsstufen bei einigen getesteten Parametern, obschon bei den Absolutwerten deutliche und logische Abstufungen vorlagen. Damit ist diese zusätzliche Validierung über die Stockerträge ein sehr wertvolles Mittel, um die Funktionsweise des Wuchsbonitursystems zu belegen. Darüber hinaus muss festgehalten werden, dass der Standort bei der Abstufung zwischen den Wuchsboniturstufen auch berücksichtigt werden muss, weil er über die Bodenart und Rebsorte/Unterlage sehr großen Einfluss auf die Einzeltraubengewichte hat. Dies wird nochmals in Tab. 31-1 anhand der unterschiedlichen prozentualen Abstufungen des Ertragspotenzials in Abhängigkeit der Versuchsanlagen deutlich. Es zeigt sich aber auch, dass mit den Boniturstufen eine Wuchsdifferenzierung nur bezogen auf die einzelne Rebfläche sehr gut gelingt. In diesem Sinne sollte dieses System auch angewendet werden, demgegenüber sollten Vergleiche zwischen unterschiedlichen Standorten nur bedingt vorgenommen werden. Vor allem sollten keine absoluten Ertragswerte von Versuchsflächen aufgrund des Bonitursystems miteinander verglichen werden. Es sollte bei der Analyse der Erträge innerhalb einer Versuchsfläche belassen werden, die dann auch auf einer validen Datenbasis für diese Versuchsanlage beruhen. Daraus folgt auch, dass eine allgemeingültige Ertragsabstufung zwischen den Wuchsboniturstufen aufgrund der großen Anzahl von Einflussfaktoren (Tab. 31-1) nicht herausgearbeitet werden kann. Es wurde aufgezeigt, dass diese aufgezeigte Abstufung der Wuchsboniturstufen innerhalb einer Versuchsanlage begrenzt auf ein Ertragsjahr (Herbst) zur Anwendung kommen kann. Somit ist eine Untersuchungsmethode gegeben, die bei einer nicht destruktiven Ertragsbewertung von Rebflächen von immenssem Wert sein kann.

4.1.2.4 Rebwuchsbeurteilung in Adaptionenanlagen

Bei Adaptionenanlagen, wie sie in Abb. 31-16 und Abb. 31-17 als Anwendungsbeispiele dargestellt sind, wird die Anpassung von verschiedenen Rebuterlagen (SCHMID ET AL. (2005)) an die Bodenarten und den Standort (BAUER (2002)) getestet. Dabei spielen Fragestellungen hinsichtlich der Kalk- u. Stressverträglichkeit und der Trockentoleranz (GEISLER (1957)) eine entscheidende Rolle (SCHMID ET AL. (1998)). Bei allen diesen Fragestellungen wird immer die Wüchsigkeit der Reben mit verschiedenen Unterlagen, meistens über die Leistungsdaten (Ertrag, Mostgewicht, Säure, pH-Wert) und manchmal auch mit den Wachstparametern wie Schnittholzertrag und Chlorophyllgehalt ermittelt. Insgesamt wird somit die Wüchsigkeit einer Rebuterlage auf einem Standort, rückwärtig über die ermittelten vegetativen und generativen Werte des Aufwuchses ermittelt. Die Wüchsigkeit einer Unterlage ist somit die Wüchsigkeit, die diese beim Edelreis induziert und beschreibt somit nicht das eigene Wachstverhalten der Unterlage im Boden. Diese Wüchsigkeit der Unterlage, die vor allem auch in solchen Adaptionenanlagen getestet wird, ist somit klar abzutrennen von der Wüchsigkeit der Reben, die beim Wachstbonitursystem ermittelt wird. Obschon SCHMID & MANTY (2009), einem OIV-Schema folgend, die Wüchsigkeit der Unterlagen mit einem sehr gleichartigen System der Bewertung in einem Bereich von 1 bis 9 einteilen. Da nun das Ziel darin besteht, die Wüchsigkeit des Edelreises zu bewerten, um auf die Wüchsigkeit der Rebuterlage bei gegebenen Standortbedingungen zu schließen, ist die Wachstbonituranalyse ein Instrument, das zur Feststellung der Wachstunterschiede eines Jahres oder eines bestimmten Beobachtungszeitraums der Standzeit der Adaptionenanlage eingesetzt werden kann. Die Adaptionenanlage in Flörsheim zeigt anhand der Wachstanalyse deutliche Unterschiede hinsichtlich des Wachstes der unterschiedlichen Unterlagen in dieser Adaptionenanlage in Abb. 31-16 auf. Wie in Abb. 31-16 in den Bildern B und D zu erkennen ist, treten deutliche Rückgangerscheinungen auf, die auch in die Analyse mit aufgenommen und dokumentiert wurden. Diese Rückgangerscheinungen sind vor allem im unteren Drittel der Versuchsanlage aufgrund einer hohen Anzahl absterbender Rebstöcke klar ersichtlich (Abb. 31-6 E) und werden im Ergebnisteil in Verbindung mit einem Befall von *Roesleria subterranea* gebracht, der auch in diesem Versuchsfeld festgestellt wurde. Da der Standort auch einen höheren Kalkgehalt im Boden aufweist, weisen Unterlagen mit einer geringeren Kalkverträglichkeit, wie z.B. die Unterlagsrebsorte Börner (SCHMID ET AL. (2009)), größere Probleme auf. Dies wird mit einem sehr schwachen Wachst (mittlerer Boniturwert 5,5) bei der reblausresistenten (SCHMID ET AL. (1998)) Unterlagsrebsorte Börner (DIETRICH (2005),

DIETRICH ET AL. (2005)) dokumentiert. Wohingegen Unterlagssorten, die sich durch eine höhere Kalkverträglichkeit auszeichnen, wie z.B. die Unterlagssorte SO4, den höchsten Boniturwert innerhalb der gesamten Adaptionanlage für die drei Wiederholungen dieser Sorte aufweisen. Da der Wuchs auf solchen Standorten sehr eng mit der Kalkverträglichkeit der Unterlagen korreliert, bildet die Wuchsbonitur die Situation auf dieser Versuchsanlage sehr gut wieder. Darüber hinaus konnte auch die Rückgangerscheinungen auf der Versuchsfläche dokumentiert und herausgearbeitet werden, somit ist die Validität des Wuchsbonitursystem auf dieser Adaptionanlage nachgewiesen. Das Ziel, ein Wuchsbonitursystem zu erarbeiten, das dazu dient, die Arbeitshypothesen a und b überprüfen zu können, ist demnach erreicht.

Die Ergebnisse in Abb. 31-17 zur Adaptionanlage Hattenheim zeigen dabei eine eindeutige Abstufung der Unterlagen hinsichtlich ihrer mittleren Wuchswerte von 2 Boniturstufen (5,6 zu 7,6) auf. Dies stellt einen beträchtlichen Wuchsunterschied dar, der auch in den Bildern der Abb. 31-17 (B/D) deutlich zu Tage tritt. Mit sehr hohen Wuchswerten warten die Unterlagssorten Börner, 26 G, 5C, SO4 und 5BB auf, die gemeinhin auch bei der Wüchsigkeit in einen starken bis sehr starken Wuchsbereich eingestuft werden. Dass bei diesen Bodenarten die Unterlagsrebsorte 5C, die eher einen mittleren bis starken Wuchs aufzeigt, so gut adaptiert ist, kann nicht verwundern, weil laut (SCHMID ET AL. (2009)) diese Unterlage eine sehr gute Anpassung an leicht erwärmbare, tiefgründige, mittlere und leichte Böden zeigt. Der Boden an diesem Standort zeigt genau diese Voraussetzungen auf, sodass die sehr hohen Wuchswerte für die Reben, die auf der Unterlage 5C veredelt sind, mit der sehr guten Adaptionfähigkeit dieser Unterlage an solchen Standorten korrelieren. Damit kann, genauso wie bei den zuvor aufgezeigten starkwüchsigen Unterlagen, mit dem Wuchsbonitursystem in dieser Adaptionanlage die Wüchsigkeit der einzelnen Rebuterlagen dokumentiert werden. Dass verschiedene Klone von Unterlagen (Bsp. 5C), die hier auch getestet wurden, unterschiedliche Positionen innerhalb der Rangfolge der gesamten Bandbreite der Unterlagen einnehmen, verwundert nicht, weil die Positionierung der Wiederholungen in dem nicht sehr homogenen Versuchsfeld auch eine entscheidende Rolle zukommt hinsichtlich der Wuchsausprägung. Die Inhomogenität dieser Versuchsfläche auch außerhalb der Adaptionanlage, kann dem Flächenkonturplot in Abb. 31-17 C entnommen werden. Diese Wuchsstörungen werden auf die im Ergebnisteil aufgeführten Stockausfälle und Wuchsdepressionen, verursacht durch den Schaderreger *Sorosphaera subterranea*, zurückgeführt. Noch stärker tritt dieses Problem der unterschiedlichen Wiederholungen bei der sehr starkwüchsigen Unterlage

125 AA (SCHMID (2005) zu Tage, die mit einem mittleren Boniturwert der drei Wiederholungen von 6,1 den vorletzten Platz in der Reihenfolge zum Wuchs (Abb. 31-17 F) auf dieser Versuchsfläche einnimmt. Bei näherer Betrachtung wird aber deutlich, dass eine Wiederholung (Mittlere Streifen) einen sehr niedrigen Wuchs aufweist und die anderen beiden Wiederholungen einen sehr hohen Wuchs aufzeigen, entsprechend der bekannten Wüchsigkeit der Unterlage 125 AA. Die linke Wiederholung (Streifen) in diesem Block der Unterlage 125 AA zeigt sogar den höchsten Wuchs aller Wiederholungen auf. Damit wird deutlich, dass bei der mittleren Wiederholung eine andere Störung durch pathogene Pilze oder Organismen laut HUBER (2007) vorliegen müssen, die wie im Ergebnisteil dargelegt wird, in dieser Anlage aufgefunden wurden. Dadurch wird deutlich, dass mit dem Wuchsbonitursystem auch Wuchsstörungen ermittelt und dokumentiert werden, die ein Ergebnis in solch einer Adaptionsanlage verfälschen können. Damit kann dieses System sehr gut zum Test der Homogenität der Wiederholungen eingesetzt werden, um andere Einflussgrößen als die Einflüsse durch die unterschiedlichen zu testenden Rebuterlagen auszuschließen. Mit diesem Anwendungsbeispiel auf der Adaptionsanlage Hattenheim wird deutlich, dass mit dem Wuchsbonitursystem und mit seinen Wuchsboniturstufen der Wuchs auf einer Rebanlage auch besonders hinsichtlich der Darstellung und Auffindung von Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen gelingt.

4.1.2.5 Zusammenfassung zu den Anwendungsbeispielen

Die Anwendungsbeispiele zeigen, wie vielfältig das Wuchsbonitursystem eingesetzt werden kann. Darüber hinaus konnte durch die Anwendungsbeispiele das Bonitursystem von vielen Seiten beleuchtet werden, sodass dessen vielfältiger Nutzen, z.B. für die Feststellung der Homogenität von Rebflächen oder für die Auffindung und Dokumentation von Problemzonen im Rebareal, offenkundig ist. Die Auffindung von Problemzonen im Rebareal kann dazu dienen, Versuche besser zu planen oder dabei helfen, Versuche besser zu interpretieren und Fehlerquellen auszuschließen. Die Langzeitdokumentation und die Analyse von Wuchsentwicklungen sind die besonderen Stärken dieses Wuchsbonitursystems. Außerdem können auch bisher etwas indirekt belegte Einschätzungen zum Wuchs von Unterlagen mit diesem System auf ein festes Fundament gestellt und belegt werden. Die mannigfaltige Anwendbarkeit und die Korrelation zu jeweils vorgefundenen Wuchssituationen zeigt aber vor allem, dass das Wuchsbonitursystem mit seinen Wuchsabstufungen ein reales Bild der Situation liefert. Damit wird auch indirekt die Differenzierung zwischen den Wuchsboniturstufen belegt. Insgesamt dient das Wuchsbonitursystem

dazu, den Wuchs auf einer Rebfläche abzubilden und die Rückgangerscheinungen in einer Rebfläche zu dokumentieren, um die Arbeitshypothesen a. und b. überprüfen zu können.

4.1.3 Beschreibung des Wuchsbonitursystems und der Wuchsboniturstufen

Trotz eines sehr komplexen Wirkungszusammenhangs vieler Faktoren zeigt die Rebe durch ihre Wuchsart, die Einflüsse an, deren sie ausgesetzt ist. So werden z.B. durch typische Veränderungen der Blattfarbe auch in unterschiedlichen Segmenten der Rebor-gane individuelle Mangelerscheinungen angezeigt (ZORN ET AL. (2007)), die teilweise nur durch komplizierte indirekte Bodenanalysen oder durch aufwendige Blattanalysen mit weitem Interpretationsspektrum nachzuweisen sind. Oft überlagern sich auch Probleme bestimmter Mängel, die durch das Erscheinungsbild der Rebe aufgezeigt werden, sodass eine genaue Diagnose nur im Zusammenhang mit aufwendiger Analytik (PENA-NEIRA ET AL. (2017), WHEELER ET AL. (2005), CORTELL ET AL. (2008)) durchgeführt werden kann. Zudem stellt so das System Rebe-Boden ein komplexes Ursache-Wirkungssystem, laut REISENZEIN ET AL. (2007) dar, sodass durch Überlagerung von Einflüssen und Problemstellungen oft die Ursachen für Wuchsprobleme verdeckt bleiben. Ein Rebbestand zeigt in verschiedenen Teilflächen immer wieder variierende Wuchsformen (BRAMLEY (2001), BRAMLEY & LAMB (2003), BRAMLEY & HAMILTON (2003), BRAMLEY (2005), BRAMLEY ET AL. (2011), GATTI ET AL. (2018)) in der Ausprägung der Blattfarbe, Blattfläche, Porosität, Bogenzahl, Triebzahl, Triebstellung, Kümmertriebzahl, Stauchung der Triebe (CONIBERTI ET AL. (2018)). Diese Unterschiede im Wuchs jedoch zu dokumentieren und für eine Entwicklung einer Rebanlage über Jahre hinweg festzuhalten, stellt aufgrund der komplexen, zuvor dargestellten Wirkzusammenhänge eine große Herausforderung dar. Besonders erschwert wird diese Problematik durch die hohe Variabilität der Einzelstöcke in einer Rebfläche (BRAMLEY (2001)). Ein zentraler Punkt dabei ist die hohe Einzelstockvariabilität die dem Rebstock laut PANTEN & BRAMLEY (2012) innewohnt und einen wesentlich größeren Einfluss auf den Wuchs hat, als die Bewirtschaftungsmaßnahmen. Daher ist die Einzelstockbetrachtung, bei der Wuchs- oder Rückgangerscheinungen laut der Arbeitshypothesen a. und b. bewertet werden, eine unerlässliche Vorgehensweise, um ein Wuchsbonitursystem für Reben zu erarbeiten. So können auch bei der Messung von Laubwänden von Einzelstöcken zur Messung der Photosyntheseaktivität (ZUFFEREY ET AL. (2000)) mit PAR-Sensoren Probleme bei der Zuordnung der gemessenen Reflektionszeiten laut BAVOUGIAN & READ (2018) entstehen, die keine Zuordnung zu veränderteren

Bewirtschaftungsmaßnahmen zulassen. Damit wird wiederum deutlich, wie schwierig die Ermittlung des Wuchses auf der Basis solcher Systeme ist. Dies zeigen auch LOPES ET AL. (2018) bei ihrer Analyse mittels des bodengestützten Systems VINBOT zur seitlichen Aufnahme der Laubwand zur Abschätzung des Ertrags und der Wuchskraft der Reben. Hier wird auch das zentrale Problem der Raumkultur angegangen, welches bei den Analysen zur Fernerkundung eine wichtige Rolle spielt (RETZLAFF ET AL. (2015)). Die Erfassung von Reflektanzen der seitlichen Mantelfläche einer Laubwand (RETZLAFF ET AL. (2015)) und der inneren Blattflächenregionen stellt dieses System der Fernerkundung vor größere Herausforderungen, die hinsichtlich einer nach Rebstöcken individualisierten Betrachtung noch nicht gelöst sind. Besonders verstärkt wird die Problematik bei der Analyse von Minimalschnittsystemen (RÜHL & CLINGELEFFER (1993), WEYAND & SCHULTZ (2006), PORTEN & REGNERY (2014A), PORTEN & REGNERY (2014B), PORTEN & REGNERY (2015f)), da hier eine uneinheitliche Laubwandstruktur vorliegt. Aber die zuvor dargestellte Notwendigkeit, den Wuchs innerhalb einer Rebanlage in einer Zeitreihe und wenigstens über ein Jahr hinweg zu dokumentieren, ist vor allem durch die witterungsbedingten Unterschiede des Wuchses z.B. zwischen zwei Vegetationsperioden (BRAMLEY (2005)) begründet. Darüber hinaus zeigen aber auch GREVEN ET AL. (2016), dass über die Kohlenstoffeinlagerungen in den Rebstock über die Vegetationsperiode hinweg und bei verschiedenen Ertrags- und Wuchsbelastungen erst nach mehreren Jahren ein Effekt durch diese Überlastung erfassbar wird. Darüber hinaus hat in diesem Sinne auch die unregelmäßige Verteilung von Niederschlägen in deutschen Weinanbaugebieten einen großen Einfluss auf den gesamten Wuchs einer Rebe innerhalb einer Vegetationsperiode, aber vor allem im Vergleich zwischen zwei Vegetationsperioden. So zeigen in diesem Zusammenhang BRAMLEY & LAMB (2003), dass der Ertrag nur innerhalb eines Jahres als stabil innerhalb von Rebarealen (siehe auch 4.1.2.3) gleicher Wuchsstärke angesehen werden kann und leiten davon ab, dass somit ein Precision viticulture auf der Basis von Fernerkundungsmethoden möglich ist. Insgesamt wird durch die aufgezeigte Problematik deutlich, dass in der Beschreibung oder Dokumentation von Wuchsveränderungen sehr viele Fehlerquellen liegen. Dagegen zeigen BORGOGNO-MONDINO ET AL. (2018), dass mit frei verfügbaren Fernerkundungsdaten des Satelliten von Landsat 8 der Wuchszustand von Reben aufgrund der Wasserversorgung ermittelt werden kann. Auch können im begrenzten Maße wegen der Auflösung der Satellitenaufnahmen Aussagen zum allgemeinen Wuchs der Reben und der Wuchsentwicklung durch Vergleich von Zeitreihen auf Grundlage der Fernerkundungsdaten erfolgen. Daher wurde bisher auch kein System

erarbeitet, das dieser Problematik komplett gerecht wird. Im Wesentlichen wurde daher mit genauen analytischen Methoden, z.B. des Bodens, der Blattanalyse, der Blattflächenmessung usw. versucht, lokal eng begrenzte Wuchsveränderungen indirekt festzuhalten. So zeigen auch GATTI ET AL. (2016), dass mit dem neuen terrestrischen Multisensor MECS-VINE keine ausreichende Blattflächenanalyse erfolgen kann, aber die Traubenparameter recht gut ermittelt werden können. Die angesprochenen Probleme bei der Blattflächenanalyse mit diesem System werden durch die Autoren in Verbindung mit der unterschiedlichen Ausprägung der Blattfläche bei Einzelstöcken (Blattlagerungsdichte) gebracht. Die Blattflächenuntersuchung mit sogenannten LIDAR-Systemen kann die Variabilität der Blattfläche sehr gut beschreiben, ist aber laut DEL-MORAL-MARTINEZ ET AL. (2016) wegen der hohen Datenmengen auf einen eng begrenzten Bereich von wenigen Rebstöcken festgelegt. Auch die frei verfügbare einfache APP „VitiCanopy“ kann auf simpler Basis die Blattflächenarchitektur erfassen, zwischen der Blattfläche und dem Unterstützungsmaterial aber nicht unterscheiden (BEI ET AL. (2017)). Zudem fehlt eine Wertung des Wuchses durch dieses Bewertungssystem, der über den Leaf-Area-Index (LAI) hinausgeht. Eine Analyse müsste dem Bewertungssystem nachgestellt werden. Aufgrund der breiten individuellen Streuung von Einzelstöcken, Teilbodensegmenten oder Bodenabschnitten (BRAMLEY (2001), führt dies nur zu sehr lokal eingeschränkten Aussagen oder zu solchen, die auf einer sehr breiten Streuung fußen. Der zu leistende Aufwand solcher Messungen ist teilweise immens, wird aber nicht gescheut, um besonders Teilgebiete mit höherer Traubenqualität von Rebarealen mit niedriger Traubenqualität abzutrennen (REYNOLDS ET AL. (2017)). Die begrenzte Aussagefähigkeit dieser Untersuchungen hinsichtlich einer vollständigen Wuchsanalyse, wird auch von diesen Autoren aufgeführt. In diesem Zusammenhang wäre es sehr hilfreich, wenn das Wuchsbonitursystem als eine Art Eichung eingesetzt werden könnte, um die jahreszeitlichen, standortspezifischen (Boden, Lage) und rebstockspezifischen Einflüsse der Rebsorten und Unterlage (GAO-TAKAI ET AL. (2018)) mit den Daten der Fernerkundung immer aktuell zu korrelieren und Korrekturfaktoren einzubauen. Diese würde besonders bei lokal begrenzten Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothese a. und b.) mehr Sicherheit hinsichtlich der Aussagefähigkeit der Fernerkundungsdaten geben. Integrative Systeme, die alle diesen Faktoren Rechnung tragen, scheitern oft an ganz praktischen Problemen. Wie z.B. die Analyse durch Fernerkundung mit Spezialekameras oder die Analyse von Luftbilddaufnahmen konnten oft nicht im Weinberg eingesetzt werden, weil beim Einsatz von Drohnen (UAS) als Träger der Analysekamera die Witterung durch Wolkenbedeckung keine sachgerechten

Aufnahmen, zu gewünschten Terminen, zulässt (RETZLAFF ET AL (2015)). In den Gebieten ohne nennenswerte Regenfälle, die den Weinbau auf der Basis der Tröpfchenbewässerung (PRIOR (2008C)) aufbauen (KELLER ET AL. (2012)), wie z.B. die Anbaugelände in Australien, sind die Einsatzzeiten durchaus nicht begrenzt und liefern zum richtigen Zeitpunkt die erforderlichen Ergebnisse (BRAMLEY & LAMB (2003), BRAMLEY & HAMILTON (2003)). Diese Faktoren sind in niederschlagsreichen Gebieten daher schwieriger zu berücksichtigen, das gilt im selben Maße auch für Begrünungen, die in solchen Gebieten üppiger ausfallen als in New World Weinbaugeländen. Darüber hinaus stellt die Begrünung an sich auch ein variables System dar, das nicht nur aufgrund der Witterung, sondern auch wegen des Einflusses durch den Bewirtschafter sehr starken Veränderungen ausgesetzt ist. Die Problematik der Beurteilung des Unterwuchses als Einflussfaktor auf den Wuchs anhand einer optischen Wuchsanalyse mit Messungen durch Überfliegungen wird von BAVOUGIAN & READ (2018) dargestellt. So muss bei den Betrachtungen ein sehr hoher Rechenaufwand erfolgen, um den Einfluss des Unterwuchses im Unterstockbereich von den ermittelten Reflektanzen der Rebstöcke abzutrennen, dies gilt auch für den Einfluss der Begrünung in der Fahrgasse. In diesem Zusammenhang zeigen NOVARA ET AL. (2018), dass besonders der Zusammenhang zwischen Bodenfruchtbarkeit (SAUERBECK (1992A)) und Rebwuchs durch Wärmebildkameras, auch hinsichtlich der Erosion (RAMOS & MARTINEZ-CASASNOVAS (2006)) im Weinbergsgelände (STEINBERG ET AL. (1985), KLIK & PAPOUSCHEK (1991), KLIK & WUNDERER (1992) REMKE & PORTEN (2018A,B,C)), sehr gut eingesetzt werden kann. So zeigen ROCK ET AL. (2016), dass Messungen im thermischen Infrarotbereich auch gut eingesetzt werden können, um Wachstumsparameter zu ermitteln und um andere Messungen auf Basis von Hyperspektalkameras zu unterstützen. In diesem Sinne sollten verschiedene Methoden und Kamerasysteme (MATESE ET AL. (2018)) eingesetzt werden, um auf einer strukturellen auf dem Einzelstock basierten Wuchsanalyse aufbauen zu können.

Besonders das Dokumentieren von Wuchsveränderungen im Freiland, das bisher eher eine prosaische Beschreibung darstellte, muss auf objektive Parameter gestellt werden. So verschwinden wegen fehlender Möglichkeit der Dokumentation aufgrund des zuvor aufgeführten komplexen Ursache-Wirkungskomplexes (REISENZEIN ET AL. (2007)), in vielen Versuchen sehr wichtige Informationen hinsichtlich des Wuchses oder Veränderungen, weil eine nachvollziehbare, vergleichbare Dokumentationsmöglichkeit fehlt. Besonders die Vergleichbarkeit von Wuchssituationen stellte ein besonderes Problem dar, weil unterschiedliche Wahrnehmungen von Wuchsunterschieden vorliegen. Dies liegt

nicht nur an unterschiedlichen Wahrnehmungen von verschiedenen analysierenden Individuen, sondern vor allem an den verschiedenen Zeitpunkten zu denen eine Wuchsveränderung in Augenschein genommen wurde. Insgesamt führte dies zu sehr unterschiedlichen Aussagen zum Wuchs, besonders bei reblausbefallenen Rebflächen (HOFFMAN (2011)). Somit wurden Wuchsveränderungen und -depressionen in solchen Flächen oft singulär der Reblaus zugeordnet (HOFFMAN (2011)). Um eine neutrale, unabhängige Wuchsbonitur von Rebflächen durchführen zu können, wurde deshalb ein Bonitursystem entwickelt, das versucht, all diesen zuvor aufgeführten Problematiken Rechnung zu tragen.

Dabei wurde ein Boniturstufensystem von 0 bis 9 angelehnt an das Bonitursystem für Rebsorten des OIV (OIV (2009) verwendet, wobei nur die Boniturstufen 0,1,3,5,7,9 Verwendung finden. Die Zwischenstufen wurden offengelassen, falls durch einen Umstand eine Zwischenstufe zur genaueren Analyse notwendig sein sollte. Zunächst beschränkt man sich auf diese Abstufung, weil sie eine Bandbreite darstellt, die von einem Menschen noch sachgerecht im Freiland angewendet werden kann. Erfahrungen, die auch in das Bewertungssystem seit Jahrzehnten beim OIV eingeflossen sind, zeigen, dass bei einer weiteren Spreizung der Boniturstufen der Mensch schlichtweg überfordert ist und somit keine validen Ergebnisse mehr zu erwarten sind. Andere Arbeiten zur Korrelation des Wuchses auf Teilbereichen im Weinberg mit Mess- oder Fernerkundungsdaten arbeiten mit einem zweistufigen Ansatz nach BONILLA ET AL. (2016). Aber die meisten arbeiten zur Validierung der Fernerkundungsdaten mit einem dreistufigen System, in dem Rebflächensegmente in einen schwachen, mittleren oder starken Wuchs eingeteilt werden (PENA-NEIRA ET AL. (2017), BRAMLEY (2005), CORTELL ET AL. (2008), DEL-MORAL-MARTINEZ ET AL. (2016), GATTI ET AL. (2018), MATESE ET AL. (2018)). Für die Betrachtung von Flächensegmenten innerhalb einer Rebanlage konnte die Funktionalität dieses dreistufigen Systems nachgewiesen werden. Für die Einzelstockanalyse ist eine exaktere Unterteilung notwendig, um die dem Rebstock innewohnende Variabilität, wie sie durch PANTEN & BRAMLEY (2012) angeführt wird, Rechnung zu tragen. Vor allem verkehrt dieses System der mehrstufigen Boniturstufen darüber hinaus den großen Nachteil der hohen natürlichen Streuung innerhalb des Wuchses der einzelnen Reben in einen Vorteil, weil diese hohe Stockzahl wie ein Wuchsraster auf einer Fläche genutzt wird und die daraus resultierende hohe Wiederholungszahl (N) der Analyse eine besondere Stärke verleiht. Das hohe N erlaubt es, mit sehr guten statistischen Absicherungen zu arbeiten. Weiterhin sollte das Wuchssystem in der Praxis sehr einfach einzusetzen sein, um dem hohen N

auch praktikabel Rechnung zu tragen. Das heißt mit den aufgezeigten Boniturstufen, in die jeder Stock in der Parzelle eingruppiert wird, sollte es einem geschulten Auge eines Weinbaufachmanns innerhalb einer kurzen Zeit möglich sein, den Wuchs einer Rebfläche aufnehmen zu können. Da für die Eingruppierung des Rebstocks nur wenige Sekunden zur Verfügung stehen, sollten zunächst die zuvor aufgeführten Kriterien (Blattfarbe, Blattfläche, Porosität, Bogenzahl, Triebzahl, Triebstellung, Kümmertriebzahl, Stauchung der Triebe) für eine sehr grobe Einordnung des einzelnen Rebstocks in eine Boniturstufe dienen. Dabei orientiert man sich an einer zuvor in jeder Rebfläche neu festzulegenden exemplarischen Anzahl von Rebstöcken, die der jeweiligen Boniturstufe entsprechen. In der Regel reicht die Orientierung dieser zuvor festgelegten individuellen Rebflächenskala aus, um einen Rebstock der Boniturstufe zuzuordnen. Gelingt dies nicht oder liegen andere Veränderungen vor, deutet dies neben der Veränderung der Blattverfärbung durch eine unterschiedliche N-Versorgung auf einen Mangel hin. Diese Mangelsituationen werden automatisch mit bonitiert und beziehen sich vor allem auf die Blattmangelsymptome der Makronährstoffe (MOHR (2005)). Wurde per Auge eine solcher Mangel erkannt, so erfolgte eine Abstufung innerhalb des Bonitursystems. Der Grad der Abstufung hing dabei vom Ausmaß der Symptomausprägung ab. Diese Abstufung bezog sich vor allem auf die Mangelausprägung auf einem Blatt selbst und der Ausprägung über die Blattfläche hinweg. Im letzteren Fall bedeutet das vor allem, ob die Mangelausprägung z.B. nur im basalen Bereich des Triebes vorhanden oder über den ganzen Trieb hinweg sichtbar war. Bei den bekannten Mangelsymptomen, die vor allem nur im basalen oder apikalen Bereich (BAUER ET AL. (2017)) auftreten, erfolgt deshalb unabhängig davon eine stärkere Wichtung dieses negativen Wuchseinflusses und somit eine stärkere Abstufung innerhalb der Boniturstufen. Die gleiche stärkere Wichtung eines negativen Wuchseinflusses wurde bei Mangelsymptomen vorgenommen, die nur in Teilbereichen der Blattbreite wie z.B. in Interkostalfeldern vorkommen. Darüber hinaus werden die einzelnen Rebstöcke auf Symptome der pilzlichen Schaderreger (siehe Wuchsboniturbeschreibung Kapitel Ergebnisse 3.1.1.4) überprüft. Im Vordergrund standen hier vor allem die Blatt- und Traubensymptome, da durch den Befall durch diese pilzlichen Schaderreger auch eine starke Wuchseinschränkung erfolgen kann. Waren einzelne Rebstöcke von diesen pilzlichen Schaderregern befallen, so erfolgte je nach Stärke, vor allem des Blattbefalls, eine Abstufung innerhalb des Bonitursystems. Lag ein flächendeckender Befall vor, z.B. aufgrund mangelnder Pflanzenschutzmaßnahmen ((siehe Kap. 9.2.5.1(Tab. 25-3)), so erfolgte wie im Beispiel auf der Versuchsfläche Eltville (siehe Anhang Kap. 9.3.3.5.2.16) eine

Extrabonitur des Befalls an Oidium in Form der Einzelstockbonitur. Bei den unter Dauerbeobachtung liegenden Einzelrebstöcken (80 Rebstöcke pro Versuchsfläche), wurde eine Befallshäufigkeit und -stärke ermittelt. In diesem Fall erfolgte bei gleichmäßiger Verteilung des Befalls keine Abstufung innerhalb des Bonitursystems. Die stärkere Einbindung der Schaderreger in das Bonitursystem ist auch notwendig, um die neuen Schädlinge, die durch den Klimawandel laut MAIXNER ET AL. (2007) verstärkt auftreten, stärker zu berücksichtigen oder durch Extraboniturkennzeichnungen wie z.B. bei der ESCA-Krankheit auch getrennt auswerten zu können. Der ESCA-Komplex (MUGNAI ET AL. (1999)), der auch auf pilzliche Schaderreger zurückzuführen ist, unterlag keiner gesonderten Bonitur, wurde aber dahingehend berücksichtigt, dass die akute sowie die latente Form in der Weise berücksichtigt wurden, dass entweder der komplette oder der teilweise Blattflächenverlust eine entsprechende Zuweisung in Boniturstufen erhalten hat. Somit wurde der einzelne Rebstock einer entsprechend tieferen Boniturstufe oder der dem Schema entsprechenden Boniturstufe direkt zugeteilt. Dass in der Regel somit das Bonitursystem für die Ursache der Wuchsveränderung keine direkte Zuweisung macht, wird an diesem Beispiel deutlich. Das Wuchsbonitursystem erhebt aber auch nicht den Anspruch, dies zu leisten. Es wird lediglich eine Beschreibung der Wuchssituation erstellt, um etwaige Wuchsveränderungen auch in Form von Rückgangerscheinungen zunächst festzuhalten und zu verdeutlichen, um die Arbeitshypothese a und b testen zu können.

Darüber hinaus wurde auch im begrenzten Maße ein Einfluss auf den Wuchs durch tierische Schaderreger (MOHR (2005)) berücksichtigt. Vor allem standen hier die Wuchsveränderungen in Form von leichten bis starken Verbräunungen der Blätter durch saugende Blattspinnmilben der Reben durch Rote Spinne (*Panonychus ulmi*) und Bohnenspinnmilbe (*Tetranychus urticae*) im Mittelpunkt. Ein eventueller Befall durch diese beiden Spinnmilben wurde im Sinne einer negativen Blattverfärbung registriert und führte zur Abstufung innerhalb des Bonitursystems. Als Beispiel kann der Spinnmilbenbefall im Versuchsjahr 2008 auf der Versuchsfläche Geisenheim mit schlechterem Wuchs der Gesamtrebfläche (Ergebnisse Kapitel 3.1.1.3, Abb. 31-14) innerhalb der 12-Jahres-Studie gelten. Die beiden Milbenarten Kräuselmilbe (*Calepitrimerus vitis*) und Pockenmilbe (*Eriophyes vitis*) zeigen in der Regel ein anderes Erscheinungsbild, das zum Teil nur sehr lokal am Rebstock oder stockweise begrenzt ist. Trotzdem können diese beiden Milben starke Wuchsdepressionen und „Blattdeformationen“ hervorrufen, sodass bei stärkerem Befall durch diese Schaderreger (Schruff & Kassemeyer (1999)) die Wuchseinschränkung auch zu einer Absenkung der Boniturstufe führte.

Insgesamt zeigt sich somit deutlich, dass die vorgestellte Wuchsanalyse für Reben einen deutlichen integrativen Charakter hat und sehr viele Ursachen für Wuchsveränderungen mitberücksichtigt, aber nicht den Anspruch erhebt, diese Ursachen alle zu dokumentieren und zu werten. Allein die Dokumentation einer unterschiedlichen Wuchssituation oder -stärke auf einer Rebfläche steht im Vordergrund. Dementsprechend sollte auch der gewählte Zeitpunkt der Bonitur im August deutlich vor der Lese, am besten nach der Abschluss-spritzung liegen, um auch hier noch Einflüsse durch Blattdünger auszuschließen. Dieser Zeitpunkt stellt auch eine für die Rebe weitgehend abgeschlossene Wuchssituation dar, in der keine Einflüsse durch zu starken Blattflächenzuwachs (BAUER ET AL. (2017)) und der damit verbundenen teilweise stärkeren Nährstoffentzüge vorliegen. Trotzdem wird die Rebe in diesem Entwicklungsstand anzeigen, welchen Bedingungen sie z.B. bei der Wasserversorgung und der damit eng verbundenen Nährstoffversorgung, während der Vegetationsperiode ausgesetzt war. Bei der Entwicklung des Wuchsbonitursystems hat sich dieser Boniturzeitpunkt während der Versuchsphase immer augenscheinlicher im Sinne eines Indikators für die Anzeige eines Belastungsschwerpunktes für die Rebe hervorgehoben. Daher wurde das Bonitursystem während der Anwendung in der Versuchsphase immer stärker weiterentwickelt, indem auch immer stärker detaillierte Boniturstufenbeschreibungen und Zuordnungen erfolgten. Deswegen ist die Wuchsboniturbeschreibung im Ergebnisteil auch in der Abfolge der Kapitel etwas später aufgeführt. Insgesamt aber stellt die Wuchsbonitur somit zu dem aufgeführten Boniturzeitpunkt einen guten Summenfaktor dar, der somit nicht nur die lokalen Ernährungsbedingungen der Rebe sowie die schädigenden Einflüsse integriert, sondern auch die regionalen Witterungseinflüsse in dieser Bonitur dokumentiert. Besonders die Situation im August vor dem oder kurz nach dem Weichwerden der Beeren führt bei den wichtigsten Makronährstoffen oft zu Unterversorgungen bei Reben und den zuvor beschriebenen Mangelsymptomen bei den Rebblättern (BOVEY ET AL. (1980), MOHR (2005)). Wie bereits aufgezeigt, werden diese partiell auftretenden Mangelsymptome mit in die Bonitur aufgenommen, spielen aber eine untergeordnete Rolle, weil die Frage im Vordergrund steht, welchen Wuchs die Rebe bei den vorhandenen Ressourcen im Boden und den vorliegenden Schadeinwirkungen auf dem jeweiligen Standort zeigt. Dies ist besonders wichtig, um eventuelle Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen dokumentieren zu können und durch weitgehendere Analysen besser lokale Rückgangerscheinungen feststellen zu können. Dies dient vor allem in Verbindung mit anderen Bonituren und Analysen (Boden, Blatt)

dazu, in solchen Rückgangerscheinungen die Ursache für diese Wuchsdepressionen zu finden. Insgesamt dient das Wuchsbonitursystem somit der sachlichen Aufklärung von Rückgangerscheinungen und damit der wirklichen Zuordnung zu deren Ursachen im Sinne der Arbeitshypothesen.

4.2 Reblausbonitursystem

Die Lebensweise der Reblaus wird in der Arbeit von HUBER & FORNECK (2010) mit dem Titel „Die Biologie der Reblaus: Stand 2010“ auf Basis der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse im Sinne einer kompletten Übersicht der wesentlichen Literatur zur Reblaus und des Reblauslebenszyklus (FORNECK & HUBER (2009)) dargestellt. In der historischen Beschreibung der Dynamik der **Reblausentwicklung und -verbreitung** (BALBIANI (1874A), BALBIANI (1881), DAVIDSON & NOUGARET (1921), MAILLET (1957), HELM (1983), WILDMAN (1983), KIMBERLING ET AL. (1990), KIMBERLING ET AL. (1996), OMER ET AL. (1997), JUNG (1998), DOWNIE (1999), PORTEN & HOFFMANN (2004)) wird durch einige **grundlegende Arbeiten** (FITCH (1854), BLANKENHORN & MORITZ (1875), CORNU (1878), BALBIANI (1884), DREYFUS (1889), MAYET (1890), RITTER & RÜBSAAMEN (1900), BÖRNER (1907), BÖRNER (1911), GRASSI, ET AL. (1912), GRASSI (1915), ZWEIGELT (1916), MÜLLER (1918), BASSERMANN-JORDAN (1923), BÖRNER (1930), BÖRNER (1943), CHIARAPPA & BUDDENHAGEN (1994), HERMANN & HERMANN (2000), KELLOW ET AL. (2000)) ein Bild zur **allgemeinen Reblausproblematik** entworfen (PLANCHON (1868), BÖRNER (1909A,B), BUCHANAN (1978), GRANETT ET AL. (1983), KOPF (2000), GRANETT ET AL. (2001)). Darüber hinaus zeigen viele Arbeiten auch **grundlegende anatomische** (BREIDER (1939), BREIDER (1952), GERSCH (1953), RILLING (1968)) und **biologische Zusammenhänge zur Reblaus** (BALBIANI (1874B), BALBIANI, E.G. (1875), MORITZ (1893), MORITZ (1907), PETRI (1907), BÖRNER (1908), PETRI (1910), BÖRNER (1914), BÖRNER (1921), BÖRNER (1922), GRASSI & TOPI (1924), FEDEROV (1939), ZWEIGELT (1940), BECKER (1952), HOFMANN (1957A), CLEVER (1959), FEDEROV (1959), MARTIN (1977), FERGUSON-KOLMES & DENNEHY (1993), DEBENEDICTIS ET AL. (1996), FORNECK ET AL. (1996), FORNECK ET AL. (1999), FORNECK ET AL. (2000), OMER & GRANETT (2000), OMER ET AL. (2000) FORNECK ET AL. (2001A), CORRIE ET AL. (2002), DOWNIE. & GRANETT (1998), DOWNIE (2003), FADER ET AL. (2003), DOWNIE ET AL. (2000), EL-NADY (2001), OMER ET AL. (2002)) und deren **möglichen Schadwirkungen** (Moritz (1891) BASSERMANN-JORDAN (1911), BREIDER & HUSFELD (1938), BÖRNER (1939), OMER ET AL. (1999B)) auf. Daher werden über die kurzen Hinweise in der

Einleitung zur grundlegenden Reblausproblematik, zum Aufkommen und zur Verbreitung der Reblaus hinaus keine weiteren Ausführungen mehr gemacht.

Eine Bewertungsmethode für Insektenpopulationen im Boden muss unterschiedlichen Anforderungen für eine erfolgreiche Anwendung im Feld gerecht werden. Mit der Entwicklung der Reblausbewertungsmethode für bodenbürtige Rebläuse wurden zwei Ziele verfolgt. Das erste Ziel bestand darin, eine gültige Methode für wissenschaftliche Untersuchungen möglichst auch nach EPPO-Standards (EPPO (1998)) aufzubauen, die eine genaue Beurteilung der Reblaus-Populationen im Freiland zulässt (Arbeitshypothese a.). Darüber hinaus sollten die Bedingungen für die Probenahme und die Datenanalyse möglichst praktikabel gestaltet werden, um eine einfache Handhabung und damit eine breite Anwendung dieser Methode zu gewährleisten. Da sich die Auffindung der Reblaus im Freiland im Boden sehr schwierig gestaltet (HOFFMAN (2011)), sollte somit eine Methode geschaffen werden, die auch einem breiten Publikum und nicht nur hochspezialisierten und ausgebildeten Wissenschaftlern die Möglichkeit gibt, die Reblaus im Freiland zu detektieren. Dabei geben KEHRLI ET AL. (2018) an, dass die Reblaus im Boden kaum mobil ist und meist an einem Ort verweilt, sodass ihr Entdecken im Boden sehr erschwert wird. In diesem Zusammenhang wird von POWELL ET AL. (2014) auch angegeben, dass die Reblausverteilung im Boden nicht vorhersehbar ist. Von POWELL ET AL. (2014) wird diesbezüglich auch ein neuer Ansatz in diesen Forschungsbereich eingeführt, der den Reblausbefall sehr stark in Verbindung mit dem Habitat und den Reblausbiotypen (GRANETT ET AL. (1985), KING & RILLING (1985), FERGUSSON-KOLMES & DENNEHY (1991), FORNECK ET AL. (2015)) im Weinberg sieht. Dabei wird das Habitat in der Bodenart, dem Gesteinsanteil und der dort vorzufindenden biologischen Struktur des Bodens (Humuszusammensetzung und mikrobiologische Aktivität des Bodens) gesehen. Die Zusammenhänge zwischen Habitat und Reblausbiotypen werden auch von FORNECK ET AL. (2015) aufgezeigt. Wobei FORNECK ET AL. (2015) eine sehr starke Beziehung der Reblausbiotypen zu den Unterlagssorten und wurzelechten Reben, die oft in sehr alten Rebbeständen vorkommen (KONRAD (2004), KONRAD ET AL. (2009)) und somit zur Reblausadaption und Vermehrungsfähigkeit auf den jeweilig bevorzugten Wirt beschränkt sehen. Damit wird der Reblausbiotyp (FORNECK ET AL (2001B)) sehr stark innerhalb des Komplexes des Habitats und der bevorzugten Unterlags- und Rebsorte hinsichtlich seiner Vermehrungs- und Verbreitungsmöglichkeit gesehen. Die Ergebnisse von FORNECK ET AL. (2016) deuten daher auf weitaus komplexere Zusammenhänge zwischen dem Wirt (Rebe), der Reblaus und

dem Bodenökosystem hin. Diese komplexen Zusammenhänge hinsichtlich der aufgeführten Veränderung des Habitats durch Beeinflussung des Bodenökosystems durch den Eintrag von Humus, führen teilweise zu widersprüchlichen Ergebnissen hinsichtlich der Reduktion der Reblaus im Boden durch die organische Bewirtschaftung (LOTTER ET AL. (1999), LOTTER (2000), POWELL ET AL. (2007C), FICIU & DEJEU (2016)). Aber durch die Autoren konnte auch ein Zusammenhang zu der pathogenen Suppressivität von Böden (HUBER (2007), (HUBER ET AL. (2009))) und den, vor allen zu den in diesem Zusammenhang aufgefundenen Pilz- und Organismenzönosen (EDWARDS ET AL. (2007), HUBER ET AL. (2009)) im Boden hergestellt werden. Im Sinne der Habitatunterschiede auch hinsichtlich Pilzzönosen konnte eine Regulation der Reblaus im Boden durch den natürlich vorkommenden (VÄNNINEN ET AL. (2000)) insektenpathogenen Pilz (INGLIS ET AL. (2001)) *Metarhizium anisopliae* (VESTERGAARD ET AL. (1995), CHANDLER (1997), AMIR-BESHELI ET AL. (2000)) auf der Basis des Biocontrol-Präparates GranMet® (KIRCHMAIR ET AL. (2006)) aufgezeigt werden (HUBER ET AL. (2004 B,C), KIRCHMAIR ET AL. (2004a,b,c,d), HUBER ET AL. (2007B)). Die angesprochene habitatabhängige Befallssituation in Weinbergsböden wird somit zusätzlich in Abhängigkeit der Nährstoffverfügbarkeit und -aufnahme stehen (HEESWIJCK ET AL. (2003), REISENZEIN ET AL. (2007)). Diese neueren Erkenntnisse zur Habitattreue in Abhängigkeit zur Nährstoffversorgung führen aber auch zu weiteren Ansätzen hinsichtlich der Wirt-Reblaus-Beziehung und der Beeinflussung des Wirtes durch die Speichelabgabe bei der Saugtätigkeit der Reblaus. So wurde schon durch RILLING ET AL. (1974) die Zusammensetzung der Aminosäuren in der Speichelflüssigkeit der Reblaus untersucht und im oberirdischen Lebensbereich der Reblaus wurde der Speichelsaft hinsichtlich seiner Zusammensetzung und der Auswirkung auf die Gallenbildung (ANDERS (1955), ANDERS (1957A), ANDERS (1957B), SCHAEFER (1985)) untersucht. Aber die Prozesse, die durch Induktion des Speichels hinsichtlich der Abwehrreaktion der Rebe gegenüber der Reblaus und der Steigerung hinsichtlich der pathogenen Abwehr erfolgen, werden durch FORNECK ET AL. (2016) und EITLE ET AL. (2017B) aufgezeigt, wobei die durch den Speichel hormoninduzierte Veränderung der Abwehrreaktion laut EITLE ET AL. (2017B) sehr spezifisch durch die Reblaus gesteuert erfolgt. Damit wird deutlich, dass verschiedene Einflussgrößen über die Nährstoffversorgung, die Habitateinflüsse, die Rebwurzelart (Unterlagsorte, Wurzelechte) und die Pilzzönosen die Reblausdichte und deren Verteilung im Boden verändern. Dadurch wird an die Beurteilung der Reblausabundanz im Sinne der Arbeitshypothese a. eine große

Anforderung hinsichtlich des Messsystems gestellt. Dem kann zur Erreichung eines validen Systems nur ein höherer Stichprobenumfang im Freiland entgegengestellt werden. In diesem Zusammenhang zeigen POWELL ET AL. (2009), dass mit einfachen Fallen, die am Rebstamm in australischen Weinbergen angebracht wurden, ein Reblausmonitoring während der ganzen Vegetationsperiode durch Bewertung der Crawlerfänge (POWELL ET AL. (2007B)) erfolgen kann. Unter den Witterungsbedingungen in den Versuchsanlagen konnte bei den Freilanduntersuchungen keine ausgedehnte Reblauswanderung (am Stamm) der ersten Entwicklungsstadien (Crawler) festgestellt werden, sodass diese Methode zur Evaluierung der Befallsintensität nicht angewendet werden konnte. Zudem macht diese Methode nach POWELL ET AL. (2009) lediglich eine Aussage zur Populationsdynamik und kann keine Aussage im Sinne der Arbeitshypothese a. über die wirkliche Befallsintensität im Boden erbringen (HOFFMANN ET AL. (2016)). Diese Methode wird vor allem zum Monitoring eingesetzt, um auch die Verbreitung der Reblaus durch DNA-Analysen von unterschiedlichen Reblausstypen (POWELL ET AL. (2007A)) zu analysieren. Damit kann eine Risikoabschätzung zur Verbreitung und Verschleppung der Reblaus erfolgen, die aber besonders laut HERBERT ET AL. (2003) durch Methoden der Fernerkundung erfolgen sollte, um schneller Informationen über mögliche Verbreitungskorridore zu bekommen und entsprechende Handlungsmaßnahmen und Bewirtschaftungsanpassungen vornehmen zu können. Um dieses Problem für die Fernerkundung von Reblausbefällen (EDWARDS ET AL. (2004)) zu lösen, wurde durch BLANCHFIELD ET AL. (2006A, B) eine Korrelation zwischen Reflexionsindices und dem Gesamtcarotinoid und -chlorophyll hergestellt, um im Sinne von Rückgangerscheinungen diese Wuchsdepression detektieren zu können. Hinsichtlich dieser Rückgangerscheinungen, wahrscheinlich verursacht durch Reblausbefall, zeigen aber BRUCE ET AL. (2009), dass der Nachweis mit Fernerkundungsmethoden sehr schwierig ist, weil die Rückgangerscheinungen unspezifisch sind und nicht klar der Reblaus direkt zugeordnet werden können. Da eine klare Zuordnung zur Befallsintensität auf einer Rebfläche durch Reblausbefall im Sinne der Arbeitshypothese a. mit der Fernerkundung nicht direkt erfolgen kann, wurde das auf der Grabung basierende zuvor dargestellte Reblauswuchsbonitursystem entwickelt.

Im ersten Schritt stand die Entwicklung einer Stichprobenmethode im Vordergrund. Hierbei musste die sehr inhomogene Verteilung der Rebwurzeln, insbesondere der Frischwurzeln, innerhalb eines Weinberges (STEINBERG (1968), KIEFER & WEBER (1986)) und die inhomogene Verteilung der Reblaus an den Wurzeln (RÜBSAAMEN (1914)) berücksichtigt werden. Diese inhomogene Verteilung von Schadorganismen im Weinbau im Feld liegt

öfters auch bei anderen Schadorganismen vor wie z.B. der Schildlaus vor (HOFFMANN (2002)). Daher wurden die Entnahmepunkte für die Stichprobenentnahme so gewählt, dass die Wahrscheinlichkeit einer Wurzelentdeckung möglichst hoch ist. Der Entnahmbereich für die Wurzelprobe wurde auf eine Bodentiefe von ca. 25 cm beschränkt. Diese Einschränkung hinsichtlich der Probentiefe wurde vor allem aus zwei Gründen festgelegt: Erstens wurde damit eine standardisierte einfache Probennahme mit einem im Gartenbau üblichen Spaten ermöglicht und zweitens befinden sich in dieser Tiefe etwa 80% des Wurzelvolumens des Rebstocks (STEINBERG 1968, WEBER 1984, RICHARDS (1983)). Dieser hohe Anteil an der Wurzelmasse in diesem Bereich beruht bei perennierenden Gewächsen auf dem besonderen Wasserneignungsvermögen (LÖSCH (2003), SMART ET AL. (2005)) vor allem auch bei Lianengewächsen aus tieferen Bodenschichten (BALDAUF (2003)). Daher kommt der Unterstockpflege auch eine besondere Bedeutung zu (PORTEN & REGNERY (2015A,B,C,D,E), PORTEN & REGNERY (2016 A,B,C,D,E,I,J,M,N), PORTEN & REGNERY (2017 A,B,D,G,K,M,N), PORTEN & REGNERY (2018 B,C,L), PORTEN ET AL. (2018A,B), PORTEN & REGNERY (2019 B,C,D), PORTEN ET AL. (2019 A, C)). Die inhomogene Verteilung der Wurzeln (STEVENS & DOUGLAS (1994)) und der Reblaus im Boden (POWELL ET AL. (2014)) spiegelte sich in der hohen Standardabweichung in Abb. 32-1 wieder. Daher wurde das Reblausbonitursystem für bodenbürtige Rebläuse so konzipiert, dass hohe Wiederholungszahlen der Stichprobennahme im Feld möglich sind. Durch die ausgedehntere Probennahme soll gewährleistet werden, dass die tatsächlichen Bedingungen in einer Rebanlage im Freiland beschrieben werden können und darüber hinaus eine zuverlässige statistische Analyse sichergestellt wird. Ein zusätzliches Merkmal zur Beschreibung der Feldbedingungen sind die Berechnungen, die die Varianz in eine Beziehung zum Mittelwert stellen. Die Berechnung dieser Beziehung erlaubt die Beschreibung des zugrunde liegenden Ausbreitungsmusters der Populationen.

Ein weiterer Ansatz beim Reblausbonitursystem bestand darin, auf der Basis von möglichst wenigen Probenentnahmetagen in der Vegetationsperiode Rückschlüsse auf die Entwicklung der Reblauspopulationen treffen zu können. Durch die Einbeziehung alter Nodositäten, die sich schon in einem Absterbeprozess befinden, in die Boniturklasse 1, ist bereits nach einmaliger Bewertung des Befalls ein Rückschluss auf die vormalige Populationsentwicklung der Reblaus in dem beprobten Feld möglich. Diese Einordnung des vorherigen Befalls ist aufgrund der erwähnten Merkmale, die eine Aufspaltung in neue und alte Nodositäten zulassen, möglich. Daher erlaubt die Beurteilung des Auftretens von Nodositäten die folgenden vier Folgerungen zur Reblausentwicklung und -population:

1. Keine alten oder neuen Nodositäten deuten auf keinen tatsächlichen und keinen vergangenen Reblausbefall im vorangegangenen Jahr hin.
2. Das Auftreten nur von alten Nodositäten deutet auf einen vorangegangenen Befall im letzten Jahr und auf keinen tatsächlichen aktuellen Befall mit Reblaus hin.
3. Das gleichzeitige Auftreten alter und neuer Nodositäten zeigt einen vorangegangenen Befall in den vorherigen Jahren und einen tatsächlichen Befall an.
4. Das Auftreten nur von neuen Nodositäten deutet auf einen neuen Befall im Versuchsjahr und damit auf eine Ausbreitung der Reblaus in einem neuen Lebensraum hin.

Die visuell unterscheidbaren Reblausboniturklassen im Feld wurden anhand verschiedener Parameter validiert. Infolgedessen waren die Boniturklassen 3, 5 und 7 aufgrund neu auftretender Nodositäten und der Anzahl aller Reblausentwicklungsstadien statistisch unterscheidbar. Die statistische Differenzierung stimmt somit mit den Befallserscheinungen und Merkmalsauffindungen im Feld überein. Eine solche Übereinstimmung zwischen den Befallserscheinungen und den Zählergebnissen besteht auch für die Boniturklassen 7 und 9 bezüglich der Anzahl der Reblauseier. Mit diesen Ergebnissen konnte die Beziehung zwischen dem beobachteten Befallsbildcharakter und der Validierungszählung nachgewiesen werden.

Eine Bewertungsmethode für Reblauspopulationen wurde zuvor von WEBER ET AL. (1996) vorgestellt, deren System hauptsächlich auf der Analyse von Tuberositäten basiert, d.h. an Gallen, die sich an alten und verholzten Wurzeln etabliert haben. In Europa ist ein solcher Befall auf der Basis von Tuberositäten sehr selten, da zu über 95 % reblautolerante Unterlagen Verwendung finden, die eine Tuberositätenbildung in der Regel nicht zulassen. Da die Eindämmung der Reblauschäden genau auf diesem Prinzip des Ausschlusses von Tuberositäten beruht, erschien es sachlogisch, das Reblausbonitursystem auf die Bewertung von Nodositäten zu fixieren.

Die Beziehung zwischen Bodentemperaturen und Reblausabundanz wurde in verschiedenen Untersuchungen gezeigt (z.B. RILLING, R. (1961), RILLING, R. (1962), STEVENSON (1964), GRANETT & TIMPER (1987), TURLEY ET AL. (1996)). Es stellte sich heraus, dass die Reblausabundanz in den Sommermonaten mit den höchsten Bodentemperaturen ein Maximum aufweist. Die Zusammenhänge zwischen Reblausbefallsintensität und Bodentemperatur wurden auch im Freiland durch POWELL ET AL. (2003) aufgezeigt. Die

Bewertung der Reblauspopulationen mit der in dieser Arbeit vorgestellten Methode führt zu Befallsintensitätswerten, die einen starken Zusammenhang zu den Bodentemperaturen aufzeigen (Abb. 32-2: $R^2 = 0,732$). Aus diesen Ergebnissen kann geschlossen werden, dass die Reblausboniturmethode für bodenbürtige Rebläuse im Freiland die realen Feldbedingungen widerspiegelt und damit eine Aussage über die Populationsentwicklung der Reblaus im Freiland im Boden möglich ist.

Mehrere Studien zeigen, dass es keinen direkten Zusammenhang zwischen der Befallsintensität der Reblaus und den Wachstumsdepressionen der Weinreben gibt (GRANETT & WALKER (2009), EITLE ET AL. (2017A)). Wechselwirkungen mit Bodenmikroorganismen (PETRI (1909), GRANETT ET AL. (1998), PORTEN (2000B) PORTEN & HUBER (2003B), HUBER ET AL. (2003B), HUBER ET AL. (2006A), HUBER & KIRCHMAIR (2007)) und der Bodenfauna (HUBER (1999), PETERSON (2002), PETERSON (2002) ET AL. (2003)) werden diskutiert. Daher ist es für weitere Studien wichtig, über ein valides Bewertungsinstrument für die Reblauspopulationen im Freiland zu verfügen.

Die vorgestellte Methode der Reblausbonitur im Freiland wurde über die in dieser Arbeit vorgestellten Versuche weiterhin angewendet (HUBER (2007)). Daher konnte die Methode an verschiedenen Standorten mit unterschiedlich hohen Befallsintensitäten angewendet werden und die Eignung der vorgestellten Beurteilungsmethode nachwiesen werden, besonders hinsichtlich der Eignung zur Überprüfung der Arbeitshypothese a.

4.3 Die Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in den Versuchsanlagen, dargestellt anhand der Versuchsparameter

4.3.1 Grundlegende Einflussfaktoren auf den Wuchs der Reben

Um die grundlegenden Arbeitshypothesen dieser Arbeit hinsichtlich der Korrelation zwischen Reblausdichte und Rückgangserscheinungen (a) und dem Einfluss der Bewirtschaftung auf Rückgangserscheinungen (b) zu überprüfen, mussten einige Einflussfaktoren analysiert werden hinsichtlich der vegetativen und generativen Entwicklung der Rebe. Der vegetative und generative Zustand von Reben wird, wie bei allen Nutzpflanzen, von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Zum einen handelt es sich dabei um fixe, naturgegebene Einflussgrößen am jeweiligen Standort wie geographische Lage, Topographie oder Bodentyp, beispielsweise hinsichtlich des Ausgangsgesteins. Bei der Nutzpflanze Rebe bestimmen diese Gegebenheiten nicht nur über Qualität und Charakter etwa des erzeugten Weins, sondern diese begrenzen auch die Anbaufläche der Kulturpflanze. Während die erstgenannten Einflussgrößen Konstanten darstellen, existieren darüber hinaus

auch natürliche, nicht oder nur bedingt anthropogen beeinflussbare Faktoren, welche stetigen Veränderungen unterworfen sind. Hierzu zählen in erster Linie Witterungsbedingungen bzw. klimatische Gegebenheiten (Kap. 9.2.5.2). Wie die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte gezeigt haben, sind hierbei nicht nur die Witterungsbedingungen stetigen, jahreszeitlichen Änderungen bzw. Veränderungen zwischen einzelnen Jahren unterworfen. Auch die an einem jeweiligen Standort vorherrschenden, bis in die jüngere Zeit als langfristig konstant angesehenen Klimabedingungen weisen kurz- bzw. mittelfristige Schwankungen und Veränderungen auf (CROWLEY (2000), SCHULTZ (2000), IPPC (2007), SCHULTZ (2007A,B,C), HOFMANN & SCHULTZ (2018), SCHULTZ (2018)).

Vor allem die unterschiedlichen jährlichen Witterungsbedingungen (siehe Anhang Kap. 9.2.5.2) prägen insbesondere den Charakter der nördlichen Weinbaugebiete in Europa. Dies führt oft zu sehr unterschiedlichen Qualitätsniveaus sowie unterschiedlichen Aromausprägungen der einzelnen Jahrgänge, die oft spezifisch für ein Jahr sind. Witterungsbedingte Unterschiede beruhen nicht nur auf unterschiedlichen Sonnenscheinstunden, sondern vor allem auch auf dem Wasserangebot innerhalb einer Vegetationsperiode (SCHULTZ (1998)). Natürlich sind bei diesen beiden wesentlichen Einflussfaktoren für die Weinqualität und der Ausprägung eines Weinjahrgangs Interaktionen vorhanden, sodass eine separate Betrachtung oft schwerfällt. Aber auch der Einfluss von Faktoren außerhalb der Vegetationsperiode, in der Ruhephase der Rebe im Winter beispielsweise, spielen eine entscheidende Rolle. Auch hier ist das Wasserangebot, das durch Schnee und Regenfälle, besonders zu Beginn der Vegetationsperiode, der Rebe zur Verfügung steht, hervorzuheben. Der Wasserversorgung kommt eine besondere Rolle für den Wuchs der Reben zu (MÜLLER-THURGAU (1892), PORTEN (1994), PORTEN (1996), SCHMID (1997), PORTEN & MANTY (1998), PORTEN, ET AL. (2000A)). Die exponierten Weinbergslagen mit hohem Strahlungsgenuss, in denen Reben vor allem angebaut werden, weisen über Steillagen hinaus eine besonders hohe Evapotranspiration (HOPPMANN & HUESTER (1988), SCHULTZ (1989), SCHMID (1997)) auf. Aufgrund von hohen und langanhaltenden Wasserdampfsättigungsdefiziten (BERAN & KLEIN (1985), SCHMID (1997), SCHULTZ ET AL. (1999), welche vor allem in der temporär (Tagesgang) ausgeschöpften nutzbaren Feldkapazität begründet sind, liegen in solchen Lagen oftmals verstärkt Trockenstresssituationen vor. Wobei die Angabe zur nutzbaren Feldkapazität, bezogen auf einen cbm Boden, für die Rebe oft nur von theoretischer Natur sind, da die pflanzenverfügbare Feldkapazität durch Erschließung von größeren Bodenhorizonten oft eine andere ist und darüber hinaus die Pflanze auch nicht in der Lage ist, die gesamte nutzbare Feldkapazität zu erschließen.

Nichtsdestotrotz müsste in vielen Monaten, besonders in den exponierten Weinbergslagen, eine Art Dauertrockenstress vorherrschen und ein Wachstum der Reben wäre aus theoretischen Gesichtspunkten in den Sommermonaten gar nicht möglich. Daher ist besonders bei der Rebe von anderen Bodenhorizonten auszugehen, die durch die Rebwurzeln erschlossen werden. Auswertungen, die diesen Aspekt der wesentlich größeren Bodenvolumina und tieferen Bodenschichten berücksichtigen, basieren vor allem auf indirekten Messungen, die das Blattwasserpotenzial (PORTEN ET AL. (2007B)) an basalen Blättern der Rebe früh morgendlich erfassen. Mit diesen indirekten Messungen kann der für die einzelne Rebe vorherrschende Trockenstress genau ermittelt werden. Besonders der andauernde Trockenstress kann starke Wuchsdepressionen hervorrufen, die somit zu Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese a. und b. führen können. Im gleichen Kontext stehen andere witterungsbedingte Ursachen, die ebenfalls zu stärkeren Wuchseinschränkungen und damit zu Rückgangerscheinungen führen. In diesem Zusammenhang sind Verdichtungen (DLG E.V. (2008), ZIEGLER (2004B)) und die Chlorose (WILHELM (1996), PRIOR (1999)) zu nennen, die auch in Interaktion (PERRET & KOBLET (1996)) zueinanderstehen. Die Bodeneigenschaften sind zum einen in enger Beziehung zu den Standortbedingten Bodenarten zu sehen und bilden somit eine ausgeprägte Einflussgröße auf den Wuchs der Reben. Daher sind diese Einflussgrößen nur zum Teil durch den Menschen beeinflussbar und tragen somit nur zum Teil als Erklärung zur Arbeitshypothese b. bei. Wobei bodenbelastende Bewirtschaftungsmaßnahmen, die z.B. bei Verursachung von Verdichtungen auftreten, die Effekte der standortbedingten Voraussetzungen negativ beeinflussen können (siehe auch Versuchsfläche Kiedrich 1).

Neben diesen standortbedingten natürlichen Einflussgrößen beeinflussen noch eine Vielzahl weiterer natürlicher Faktoren das Wachstum der Reben, die somit ebenfalls bei der Beurteilung der Arbeitshypothese a. und b. hinsichtlich der Rückgangerscheinungen zu berücksichtigen sind. In erster Linie sind hier Schadorganismen zu nennen, welche in unterschiedlicher Intensität die Pflanzengesundheit negativ beeinflussen bzw. sich negativ auf die Menge und Güte des zu produzierenden Leseguts auswirken. Sowohl aus Sicht der weinbaulichen Praxis als auch aus Sicht der phytomedizinischen Forschung stellt die Vielzahl der unterschiedlichen, im Weinbau bekannten Rebschädlinge ein besonderes Problem dar. Nach MOHR (2005) lassen sich in deutschen Weinanbaugebieten über 50 verschiedene Krankheitsbilder an Reben feststellen, wobei diese durch einzelne Schadorganismen oder das gleichzeitige Auftreten verschiedener Schaderreger (Erkrankungskomplex) verursacht werden. Insgesamt nennt der Autor über 100 verschiedene

Schaderregerarten bzw. -typen. PEARSON & GOHEEN (1994) gehen von einer noch höheren Anzahl an Schadorganismen bei Reben aus. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass in den letzten Jahren auch das Auftreten neuer Schadbilder bzw. Schadorganismen zu beobachten ist, was unter anderem, wie im Falle der Schwarzfäule beispielsweise (HOLZ (2003)), auf veränderte klimatische Bedingungen (MAIXNER & HOLZ (2003)) zurückgeführt wird. Diese neueren Bedingungen sind ebenfalls bei der Beurteilung von Rückgangerscheinungen zur Überprüfung der Arbeitshypothesen a. und b. zu beachten. Hinsichtlich der Schaderreger bei Reben fällt bei der Durchsicht der Literatur auf, dass sowohl in der Weinbaulichen Praxis als auch in der Forschung in erster Linie solche Erreger Berücksichtigung finden, welche an den oberirdischen Organen von Reben vorkommen. So sind beispielsweise unter den in MOHR (2005) aufgeführten Krankheiten und Schädlingen der Rebe nur Arten verzeichnet, welche die Wurzeln der Reben schädigen bzw. Infektionen daran verursachen. Es sind dies die Reblaus, Wurzelschimmel verursachende Pilze aus den Gattungen *Armillaria*, *Rosellinia* und *Roesleria* (GÄRTEL (1984), GÄRTEL (1994), HOFFMANN (2005)) und verschiedene Nematodenarten, welche aber vor allem als Virenvektoren (SOPP (1994)) ihre Beachtung finden. Sogar eine Kontrolle der Reblaus durch Viren wird durch ENGLISH-LOEB ET AL. (1999) diskutiert. Wobei vor allem Bodenpilze als Überträger von Viren angesprochen werden (BARR (1987), ADAMS (1991), KIRCHMAIR ET AL. (2005B)). Weiterhin werden unter dem Schlagwort der „Bodenmüdigkeit“ (KALIEß (2008)) einige Schadorganismen als Verursacher dieser Rückgangerscheinungen zusammengefasst. Da bei der Arbeitshypothese b ein besonderer Schwerpunkt auf der Bodenbewirtschaftung liegt, müssen vor allem die bodenbürtigen Schadorganismen (HUBER (2007)) eine wichtige Rolle bei der Analyse in dieser Arbeit spielen. Insgesamt wird das direkte Schadpotential dieser Organismen im modernen Pfropfrebenanbau im Allgemeinen eher als gering oder beispielsweise auf Rebschulen (Kaließ (2008)) begrenzt angesehen. Allerdings weisen verschiedene Autoren seit vielen Jahren immer wieder auf die Bedeutung anderer bodenbürtiger Schaderreger hin und konstatieren deren nur unzureichende Berücksichtigung in der Weinbaulichen Forschung (Hallen et al. 2004). Die ältesten Berichte über die Schadwirkung bodenbürtiger Schaderreger liegen im Zusammenhang mit dem Auftreten der Reblaus vor. In diesem Kontext wurde immer wieder auf die Bedeutung sekundärparasitischer Mikroorganismen, vor allem Bodenpilzen, hingewiesen (z.B. MILLARDET (1878), PETRI (1909)). Ähnliche Befunde wurden in der Literatur immer wieder beschrieben (z.B. HOFMANN (1957B), MILKO (1961), PEROV ET AL. (1970), VANNACCI ET AL. (1984), NEDOV (1985), NEDOV & GULER

(1987)), aber erst in neuerer Zeit zweifelsfrei nachgewiesen ((GRANETT ET AL. (1998), HUBER ET AL. (2004C), HUBER ET AL. (2006A,B,C,D), HUBER (2007), HUBER ET AL. (2007A) HUBER ET AL. (2009)). In den letzten Jahrzehnten ist auch eine steigende Anzahl von Berichten über bodenbürtige Primärschädlinge in der einschlägigen Literatur beschrieben, z.B. über Pilzarten wie *Fusarium oxysporum* (HIGHET & NAIR (1995), OMER ET AL. (1999A)) und Arten der Gattungen *Phytophthora* und *Phytium* (CHIARAPPA (1959), BUMBIERIS (1972), MARAIS (1979)), *Cylindrocarpon* (GRASSO (1984), SCHECK ET AL. (1998 A,B), Hallen et al. (2004), OLIVEIRA ET AL. (2004)), *Phaeoacremonium* (OLIVEIRA ET AL. (2004), GUBLER ET AL. (2004), ROONEY-LATHAM ET AL. (2005)). Zudem muss eine Zunahme von Schäden, die verursacht wird durch bekannte Schädlingsarten, wie die der Gattung *Armillaria* (ANGUÍN-CASAL ET AL. (2004)), *Rosellinia* oder *Roesleria* (BECKWITH (1924), BEHDAD (1975), BRENDL (1983), BRENDL & HANFF (1984), HANFF (1987), MARAIS (1988), VÉGHÉLYI (1989), HÖFER (1993), BERGER & ANDERT (2003), HUBER (2007), HUBER ET AL. (2006 A,C,D), KIRCHMAIR ET AL. (2007)). konstatiert werden. Darüber hinaus sind auch neue bodenbürtige Schaderreger wie z.B. *Sorosphaera viticola* (HUBER ET AL. (2004C), HUBER ET AL. (2006A), HUBER (2007), HUBER ET AL. (2007A), KIRCHMAIR & HUBER (2003), KIRCHMAIR ET AL. (2004A,B), KIRCHMAIR ET AL. (2005A,B) und *Sorosphaera veronicae* (NEUHAUSER ET AL. (2005)) für Rückgangerscheinungen im Weinbau entdeckt worden. Im Kontext dieser bodenbürtigen Erkrankungen, die zu Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese a. und b. führen, sind aber nicht nur die Schaderreger selbst von Interesse, sondern auch deren natürlich vorkommenden Antagonisten, welche im Zusammenhang mit pathogensuppressiven Eigenschaften von Böden stehen (HUBER (2007), HUBER ET AL. (2009)). Derartige pathogen-suppressive Bodeneigenschaften wurden von HUBER (2007) und HUBER ET AL. (2009) erstmals auch für Weinbergsböden beschrieben. Die schädlings- bzw. krankheitssuppressiven bzw. -konduktiven Eigenschaften von Böden (KLINGEN (2002), Keller et al. (2003), HUBER (2007), HUBER & KIRCHMAIR (2007)) können auch von abiotischen Faktoren beeinflusst werden (MURISIER (1996), PERRET & KOBLET (1996), STOLL ET AL. (2000)).

Eine große Bedeutung spielen abiotische Faktoren aber auch hinsichtlich ihres direkten Einflusses auf die generative und vegetative Leistung von Reben. Hierbei sind in erster Linie die Nährstoffversorgung bzw. physiologischen Störungen der Reben zu nennen. Letztere stehen mit der Nährstoffversorgung oft in Zusammenhang und können zu deutlichen Rückgangerscheinungen führen, oftmals ist dabei auch laut Hypothese b. die Bewirtschaftungsmaßnahme ein entscheidender Einflussfaktor.

Dass die Pflanzenernährung mit ihren grundlegenden Zusammenhängen (MENGEL & KIRKBY (2001)) einen starken Einfluss auf das Wachstum der Reben hat, zeigen mehrere Autoren auf (CURRLE ET AL. (1983), MENGEL (1991), MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996), SCHALLER (2008A), BAUER ET AL. (2017)).

So zeigt PEUKE (2000), dass bei einem geringeren N-Angebot im Xylemsaft mehr Absinsäure gefunden wird. Dies gilt als deutliches Zeichen für eine erhöhte Stresssituation der Pflanze. Stresssituationen werden bei Pflanzen, die einen hohen Lichtgenuss haben, wie z.B. die Rebe, auch durch Phasen mit einem geringen Lichtangebot ausgelöst.

Bei geringerem Lichtangebot werden C-Reserven des Rebstocks angereichert, um den Wuchs der Reben und damit deren Fortbestand zu gewährleisten. Hier wird eindeutig der vegetativen Vermehrung Vorrang eingeräumt, dies wird nochmals dadurch verdeutlicht, dass die Wurzelspitzen einen größeren Verbrauchsort für Kohlenstoff darstellen als die Traube an sich (KELLER ET AL. (1995B)). Die Autoren KELLER ET AL. (1995A) zeigen weiterhin, dass bei ungünstigen Lichtverhältnissen Stickstoff aus den Reserven des mehrjährigen Holzes und den Wurzeln mobilisiert werden muss. Liegen keine ausreichenden N-Reserven dort vor, führt dies zu Unterversorgungen des Blattes. Infolge der Unterversorgungen kommt es zu Blattaufhellungen und bei anhaltenden Verfügbarkeitsproblemen, auch aufgrund der Wasserversorgung, zu Wuchsstörungen und Rückgangserscheinungen laut Arbeitshypothese a. und b. In diesem Zusammenhang stellt auch SCHALLER (1999) fest, dass Begrünungen eine verminderte N- und P-Aufnahme bei der Rebe verursachen, die nicht auf die Nährstoffkonkurrenz als vielmehr auf die Wasserkonkurrenz und damit auf die indirekte Verfügbarkeit der Nährstoffe zurückzuführen ist. Wobei dies für den Makronährstoff Phosphor, der weitestgehend nicht dem Massenfluss im Boden unterliegt (BARBER ET AL. (1963), MENGEL (1991), MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996)) einschränkend gilt. Für den Makronährstoff Phosphor belegen einige der oben genannten Autoren aufgrund der eingeschränkten Verfügbarkeit im Boden, der wiederum auf der beschriebenen eingeschränkten Mobilität im Boden beruht, dass besonders bei der P-Aufnahme der Mykorrhiza-Pilz eine besonders wichtige Rolle spielt.

Eine stärkere Etablierung des Mykorrhiza-Pilze ist laut Karagiannidis & Nikolaou (1999) bei einer P-Unterversorgung von unter 15 mg/100 g Boden in weinbaulichen Flächen festzustellen, wobei diese in Deutschland aufgrund zu hoher mineralischer Düngung kaum vorkommt. In diesem Zusammenhang wird deutlich, wie entscheidend gerade bei gering versorgten Böden eine intakte Pilzönose und die Etablierung von verbesserten Wuchssituationen durch eine entsprechende Humusversorgung im Boden ist, um

Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese a. und b. entgegenzuwirken. In diesem Zusammenhang führt auch MÜLLER (2003) an, dass die Verfügbarkeit von Phosphor bei hohen pH-Werten des Bodens sehr eingeschränkt ist. Eine hohe Humusversorgung sorgt für einen optimalen pH-Wert im Boden, stärkt ein besseres Wurzelwachstum der Rebe und damit die Erschließung von größeren Bodenhorizonten durch ein exzessiveres Wurzelvolumen.

Diese zuvor aufgezeigten Zusammenhänge auch hinsichtlich des pH-Wertes, der Wasserspeicherkapazität und des damit verbunden Humusgehaltes des Bodens können auch hinsichtlich ihrer Bedeutung für Wuchsstörungen, auch über den Nährstoff Stickstoff hinaus, der ein lebenswichtiger Makronährstoff darstellt, aufgezeigt werden. So zeigen WALKER ET AL. (1998) am Beispiel einer höheren Kaliumaufnahme von gepfropften Reben gegenüber wurzelechten Reben, dass durch die veränderte pflanzenphysiologische Situation auch im Zusammenhang mit einer veränderten Wasseraufnahme von wurzelechten und gepfropften Reben (GEISLER (1960)) ein starker Einfluss auf das Rebenwachstum vorliegen kann. Die wurzelechten Reben weisen zwar einen schüttereren und schwächeren Wuchs auf, erlangen aber in speziellen, schwer zugänglichen Rebeständen ohne Weganschluss ein sehr hohes Alter und stellen somit eine speziellen Genpool mit hoher Biodiversität dar (MAIXNER ET AL. (2012), JÄGER & PORTEN (2018A,B)).

Auch die Bewirtschaftung in Form der Düngung mit organischen Substanzen hat einen Einfluss auf das Wachstum der Reben und stellt somit einen großen Einflussfaktor für die Arbeitshypothese b. dar. So zeigen z.B. BULLUCK ET AL. (2002), dass bei der Düngung mit Stallmist die Böden höhere Gehalte an Kalium und Magnesium aufweisen. Zusätzlich zur besseren Versorgung stellen die Autoren fest, dass die höheren K- und Mg-Gehalte im Boden auch mit einer Erhöhung der mikrobiologischen Lebensgemeinschaft korrelieren. Besonders die von BERTHOLD (1991) festgestellten Primming-Effekte mit der Folge von Nitratauswaschungen, die auch im Zusammenhang mit mikrobiologischen Lebensgemeinschaften und besonders deren erhöhter Aktivierung durch erhöhte Stickstoffgaben und Bodenbearbeitungen stehen (GIULIVO ET AL. (1988)), zeigen, wie direkt sich die Zusammenhänge von Bewirtschaftungsmaßnahmen (Arbeitshypothese b.) und Reaktionen im Bodenleben (SAUERBECK (1992A)) darstellen. Weiterhin wird festgestellt, dass dieser Einfluss einer organischen Düngung im Boden von dauerhafter positiver Natur ist (ASMUS (1992)), sodass von einer verbesserten Bodengare (mikrobiologische Aktivität) und damit wiederum von einer verbesserten Makronährstoffversorgung auszugehen ist. Die Ambivalenz dieser verbesserten Bodenaktivität wird am Primming-Effekt verdeutlicht,

sodass deutlich wird, dass die Art der organischen Düngung von besonderem Interesse sein dürfte, da auch die Aktivität der Böden durch Humusgaben mit stark C-haltigen Humusdüngern sehr stark erhöht werden kann, die wiederum laut MUELLER (1991) einen negativen Primming-effekt auslösen können. Unberücksichtigt der Tatsache, dass somit auch pathogen-suppressive Böden (HUBER (2007)) vorliegen dürften, die auch Wuchsdepressionen entgegenwirken können, die auf wurzelpathogenen Organismen beruhen, wird somit durch die verbesserte Nährstoffverfügbarkeit ein besserer Wuchs gewährleistet werden können. Damit liegt mit der Bodenbewirtschaftung mit Humus hinsichtlich des Humusmanagements im Boden ein deutlicher Einfluss, laut Arbeitshypothese b., durch diese Art der Bodenbewirtschaftung vor.

KWASNA ET AL. (2000) zeigen, dass beim Einsatz von Sägemehl als organischer Dünger mit hohen C-Gehalten, die Pilzzönosen im Boden reduziert und der pH-Wert und das C/N-Verhältnis im Boden stark verändert werden. Die festgestellte pH-Wert-Veränderungen des Bodens ist stark von der Holzart und der damit verbundenen Säurewirkung abhängig, daher muss es, je nach Art des Sägemehls, nicht unbedingt zu einer starken Veränderung der Pilzzönosen kommen. Die in den Versuchen dieser Arbeit verwendeten Fichtensägemehlarten besitzen nicht die starke Säurewirkung wie die Piniensägemehlarten der Versuche von KWASNA ET AL. (2000) oder die der Extrakte von Pinienholz (KOKALIS-BURELLE & RODRIGUEZ-KÁBANA (1994)). Insgesamt ist aber festzustellen, dass der C-Gehalt der Böden stark verändert wird und somit das C/N-Verhältnis in Richtung der Dauerhumus-Komponente (PORTEN & KOHL (2016B)) des Kohlenstoffs verschoben wird. Die Verfügbarkeit von Stickstoff wird zunächst eingeschränkt, aber der Mineralisation und der damit verbundenen möglichen Nitratauswaschung wird entgegengewirkt. Aufgrund der sehr geringen Stickstoffentzüge der Rebe, spielt die Versorgung mit Stickstoff bei einer perennierenden Kultur, die ihren N-Bedarf bis zu Blüte zudem weitestgehend aus dem Holzkörper, (LÖHNERTZ ET AL. (1989A), WEYAND & SCHULTZ (2006)), zum größeren Teil über Arginin (SCHALLER ET AL.(1989)), bestreitet, nicht die große Rolle. Daher geben LÖHNERTZ & SCHALLER (1989) an, dass der N-min-Wert für Weinbergböden zum Austrieb bei 60 bis 70 kg/ha liegen sollte, damit zur Blüte eine ausreichende Versorgung gewährleistet ist. Durch eine starke Verminderung des Nitratgehalts in der Rebe in der Phase zwischen Blüte und Veraison belegen LÖHNERTZ ET AL. (1989B), dass diese Phase die Hauptbedarfsphase darstellt und eine Aufnahme von Stickstoff weitestgehend in dieser begrenzten Zeit der Vegetationsphase notwendig ist. Belegt wird dieser Zusammenhang auch durch WERMELINGER & KOBLET (1990), die für das Wachstum von

Trieben und Wurzelspitzen als entscheidenden Faktor die Stickstoffein- und auslagerungen in jungen sowie alten Blättern ab Beginn der Vegetationsphase anführen. Die Hauptverbrauchsphase von Stickstoff jedoch schließt sich erst später ab der Blüte an. Besonders in der Phase des größten Stickstoffbedarfs von der Blüte bis zum Reifebeginn, liegen im Hochsommer oft Trockenstresssituationen vor. Dem gegenüber steht bei Trockenstresssituationen die wirkliche Verfügbarkeit des Stickstoffs durch die verbesserte Wasserhaltekapazität aufgrund der höheren C-Gehalte im Boden, z.B. in Folge durch die Beigabe von Humus oder Sägemehl, im Vordergrund. Somit können Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese b. entgegengewirkt werden. Im Anschluss an die Hauptverbrauchsphase vom Stickstoff erfolgt eine Einlagerung von N in den Holzkörper laut WEYAND & SCHULTZ (2006). Diese dritte Phase der Beerenentwicklung ist laut SCHULTZ (2002) sehr wichtig für die Zuckereinlagerung und Säurebildung sowie für die Einlagerung von Aminosäuren (STOEV ET AL. (1966), KLEWER (1967), SCHWAB ET AL. (2003)) und Mineralstoffen in der Beere und somit spielt auch spielt die Wasserversorgung wieder eine entscheidende Rolle bei diesem Prozeß. Deshalb spielt diese Phase nicht nur für die Versorgung hinsichtlich des vegetativen Aufwuchses, sondern besonders auch für die generative Entwicklung der Rebe eine entscheidende Rolle. Es kommt natürlich auch der Bewirtschaftung eine besondere Bedeutung hinsichtlich des vegetativen und generativen Zustands der Reben zu und somit auch hinsichtlich der Beurteilung der beiden Arbeitshypothesen.

Einen ganz entscheidenden, grundlegenden Einfluss auf den Wuchs der Rebe hat die Menge-Güte-Relation, die stark durch die Bewirtschaftungsform beeinflusst wird. Damit liegt ein starker Einfluss auf die Bewertung der Arbeitshypothesen a. und b. vor, den es zu berücksichtigen gilt.

Menge-Güte-Relation

Nach KIEFER & WEBER (1973), KIEFER ET AL. (1976), BAEDER & KIEFER (1980A) und BECKER (1991) hat als grundlegender Zusammenhang bei der Produktion von Trauben die Menge-Güte-Relation zu gelten. Dies begründet sich darin, dass Wein kein landwirtschaftliches Produktionsgut ist das als Grundnahrungsmittel gilt, sondern eher den Genussmitteln zuzurechnen ist. Da bei einem Genussmittel die Qualität besonders im Vordergrund steht, kann die betriebswirtschaftliche Erlössteigerung pro Flächeneinheit nicht nur in der Steigerung des Mengenertrags pro Hektar liegen. Das heißt, eine stetige Produktionssteigerung führt besonders bei der Weinproduktion ins Gegenteil, wenn die laut

Menge-Güte-Relation vorherrschende Ertrags-Mostgewichtsrelationen weit hin zum Ertrag verschoben werden. Wobei bei der Weinproduktion die Gleichsetzung der Güte mit Mostgewicht oder Zuckerleistung viel zu kurzgefasst und nicht zutreffend ist (BECKER (1991)). Die Güte wird vor allem durch die Aromatik (RAPP (1999A), SCHULTZ (2014)) von Weinen bestimmt, die wiederum in direktem Bezug von der rein messbaren Qualität des Ausgangszuckergehalts des Mostes steht. Zudem wird diese Aromausprägung auch durch viele andere Einflussfaktoren im Weinberg und besonders auch im Ausbau der Weine durch den Menschen bestimmt. In diesem Zusammenhang steht auch, dass die Präferenzen für gewisse Geschmacks- und Geruchseindrücke beim Menschen sehr unterschiedlich sind (JUNG (1999)). Daraus folgt wiederum, dass gleichen Aromausprägungen je nach individueller Präferenz auch unterschiedliche Qualitäten zugeordnet werden. So ist es auch sehr schwierig bis fast unmöglich auf einer wissenschaftlichen Basis mit hedonistischen Systemen diese Präferenzen genauen Qualitätseinstufungen zuzuordnen. Auch bei gebräuchlichen Testsystemen mit größeren Testgruppen können entweder statistisch keine Ergebnisse herausgearbeitet werden oder die Bewertungssysteme rücken vorhandene Unterschiede in der Qualität so dicht aneinander, dass die Ergebnisse recht wahllos wirken. Aufgrund dieses seit langem bestehenden Problems der objektiven Erfassbarkeit von Weinqualitäten, ist es bis heute nicht gelungen, den Begriff der Weinqualität zu definieren. Bei der Menge-Güte-Relation beschränkt man sich demnach auf die messbaren Parameter von Ertrag und Mostgewicht. Auch wenn Arbeiten von REYNOLDS ET AL. (1994C) einen Zusammenhang zwischen dem Anschnitt und der damit belassenen Triebe in einem Erziehungssystem und den für die Aromatik der Weine sehr prägenden Aromastoffgruppe der Monoterpene herstellen können, so bleibt wegen der großen Beeinflussbarkeit der Gehalte an Monoterpene in Weinen die Darstellung der Menge-Güte-Relation auf dieser Basis sehr schwierig. Werden diese grundlegenden Parameter der Menge-Güte-Relation vor allem betrachtet, so stellt sich die Frage nach den Einflussfaktoren auf diese Relation: Wie kann die Relation verändert oder eingeschränkt werden und so innerhalb der Relation durch die Einflussfaktoren das individuell gewünschte Produktionsziel erreicht oder verändert werden? Als grundlegender Einflussfaktor zu dieser Relation beschreiben KIEFER & WEBER (1973) und KIEFER ET AL. (1976) die Anschnitthöhe. Darüber hinaus zeigen MURISIER & ZUFFEREY (2003), dass bei variierenden Zeilenabständen, aber unter gleichen Ertragshöhen pro Trieb, zwar höhere Einzelstockbelastungen hinsichtlich des Ertrags vorlagen, aber der Ertrag pro Quadratmeter sich auf gleichem Niveau einpendelte. MURISIER (1991) und MURISIER & ZUFFEREY (2003) konnten die

Menge-Güte-Relation somit bestätigen. Durch die Arbeiten von KOBLET (1985A) wird deutlich, dass Reben mit einem höheren Altholzanteil in Form des zweijährigen Holzes auch höhere Erträge aufweisen und somit auch ein Einfluss auf die Menge-Güte-Relation vorliegt.

Weiterhin konnten KIEFER & EISENBARTH (1976) zeigen, dass der Lesezeitpunkt einen entscheidenden Einfluss auf die Menge-Güte-Relation ausübt. Über die grundlegenden Zusammenhänge der Menge-Güte-Relation hinaus, wirken somit die durch den Menschen verursachten aufgeführten Einflussgrößen mit und können zu Wuchsveränderungen führen, sodass hinsichtlich möglicher Rückgangerscheinungen bezogen auf die Arbeitshypothese a. und b. ein starker Einflussfaktor vorliegt. So zeigen STEINBERG ET AL. (2000), dass im Sinne der Menge-Güte-Relation eine Traubenausdünnung zur Entlastung der Rebstöcke (Einzelstockbelastung) führt und somit stark zur Stressvermeidung beiträgt. Diese Betrachtungsweise führt letztlich über die reine Betrachtung der Stressvermeidung (Arbeitshypothese b.) hinaus und erstellt einen Zusammenhang hinsichtlich der Stockbelastung und deren Einfluss auf die Menge-Güte-Relation (KIEFER & WEBER (1976)). Im diesem Sinne zeigen einige Autoren (KIEFER & CRUSIUS (1984), MURISIER (1991), PORTEN & SCHNEIDER (2004)) den Einfluss der Ertragerhöhung und der damit verbundenen Mostgewichtsabsenkung durch die Erhöhung des Anschnitts an.

KIEFER ET AL. (1976) und KIEFER (1990) geben eine optimale Anschnittshöhe von 6 bis 7 Augen je Quadratmeter bei starkwüchsigen Sorten und 7 bis 8 Augen je Quadratmeter bei schwachwüchsigen Sorten an. BAUER (2002) nennt ähnliche Werte in einer tabellarischen Aufstellung, differenziert auch nach Rebsorten und nach schwach, mittel und starkwüchsigen Rebanlagen. Hierbei wird deutlich, dass der Anschnitt besonders hinsichtlich der Stockbelastung, vor allem auf den Wuchs der individuellen Rebe am Standort anzupassen ist (Arbeitshypothese b.). Der Einfluss der Stockbelastung und die Reservestoffeinlagerung in Holzkörper und Wurzelsystem stellt SCHULTZ (2005) deutlich heraus. In diesem Zusammenhang zeigen REYNOLDS ET AL. (1994A), dass eine höhere Stockbelastung bei der Rebsorte W. Riesling zu geringeren Schnittholzgewichten und zur leichten Verringerung des Mostgewichts führt. Somit wird ein direkter Zusammenhang zur veränderten Wuchsleistung der Reben verdeutlicht (Arbeitshypothese b.). Eine zusätzliche Verschlechterung der Wuchsleistung zeigen ZUFFEREY & MURISIER (1996) an; bei einem infolge von stärkerer Verdichtung (Laubwand) erhöhtem Anschnitt kommt es zur Verringerung der Strahlungsintensität für einen Teil der Blattfläche und somit zu einer geringeren Assimilation. Diese Überlegungen führen zu dem Ergebnis, dass nach PORTEN &

SCHNEIDER (2005) auch die angeschnittenen Augen pro laufendem Meter Zeilenlänge nicht den Wert von 10 bis 12 Augen überschreiten sollten. Weitere Autoren wie REYNOLDS ET AL. (1994A,B) leiten dabei unter amerikanischen Bedingungen eine Triebzahl von 16 bis 26 Trieben pro laufenden Meter ab, die aufgrund des gewählten Anschnitts nicht überschritten werden sollte, um Mostgewichtsverluste und phytosanitären Probleme aufgrund von Verdichtungen in der Laubwand zu vermeiden. Die Überlegungen führen alle zu dem Ziel, dass im Sinne der Menge-Güte-Relation der Wuchs der Reben in ein optimales Verhältnis zur gewünschten Güte (KIEFER & CRUSIUS (1984)) zu stellen ist. Dabei stellt KIEFER (1987) eine optimale Traubenzahl von 10 bis 12 Trauben pro Quadratmeter fest. In diesem Zusammenhang wird zur Erreichung dieses Ertrags- und Qualitätsoptimums eine Standweite von max. 2,5 qm pro Rebe durch KIEFER & WEBER (1985) als vorteilhaft gesehen.

Insgesamt wird somit eine nicht nur vom Standort und der Rebsorte abhängige optimale Menge-Güte-Relation durch den Anschnitt erreicht (PORTEN & SCHNEIDER (2005)), sondern auch durch viele weitere Einflussfaktoren (MURISIER (1991)), die auch in Zusammenhang oder Abhängigkeit von optimalen Wuchsbedingungen zu sehen sind (Arbeitshypothese b.). Da auch Wechselwirkungen zwischen den Wuchs beeinflussenden Faktoren bestehen, ist es bei den durchgeführten Versuchen besonders wichtig, den zuvor dargestellten entscheidenden Einflussfaktor auf den Wuchs und die Menge-Güte-Relation, sprich die Anschnitthöhe, genau zu kennen (Arbeitshypothese a. und b.). Da bei einer perennierenden Kultur der Einfluss weit über eine Vegetationsperiode hinaus reicht, kann aufgrund von unterschiedlichen Anschnitthöhen durch verschiedene Belastungssituationen ein Versuchsergebnis stark beeinträchtigt werden. Daher muss der Anschnitt besonders unter Maßgabe der Wuchsanalyse bei Versuchen genau festgehalten werden. Daraus leiten sich die Arbeitshypothesen a. und b. sowie die genannten Ziele der Arbeit ab. Darüber hinaus soll auch der Anschnitt hinsichtlich der Stock- sowie Flächenbelastung analysiert werden. Im besonderen Fokus steht dabei bei dieser Arbeit die genaue Analyse des Anschnitts, da die Kontrollparzellen aufgrund der Fragestellung betriebsüblich belassen wurden.

4.3.1.1 In welcher Weise beeinflusst der Anschnitt der Versuchsflächen den Wuchs der Reben

Die beiden Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 werden hinsichtlich ihres Anschnittniveaus einzeln dargestellt. Besonders durch den Anschnitt wird dokumentiert, welche individuelle Bestandsführung in der jeweiligen Versuchsfläche vorlag. Da als Vergleichsvariante innerhalb der Versuchsfläche jeweils die betriebsübliche Teilparzelle gilt, ist dies von besonderem Interesse. Bei den Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 ist eine Exemplarität hinsichtlich der Wuchs- und Bewirtschaftungssituation gegeben und im Folgenden werden nur diese beiden Flächen diskutiert, wobei im Einzelfall die weiteren Versuchsflächen bei ähnlichen Situationen zur Untermauerung der Ergebnisse herangezogen werden können.

4.3.1.1.1 Der Einfluss des Anschnitts auf der Versuchsfläche Geisenheim auf den Wuchs der Reben

Die Anschnitthöhe in Form der Stockbelastung zeigt bei der Versuchsfläche eine sehr starke Einzelstockbelastung der Reben an. So werden pro Rebstock in den Jahren 1998 und 1999 vom Bewirtschafter der Fläche 24 bis 27 Augen pro Rebstock angeschnitten (**Abb. 3312-1**). MURISIER (1991) und ZUFFEREY & MURISIER (1996) geben maximal 12 Augen pro Rebstock bei Ihren Versuchen an. KIEFER & WEBER (1985) geben eine optimale Standweite von maximal 2,5 qm/Rebe an. Unter Berücksichtigung eines optimalen Anschnitts von 6 bis 7 Augen pro Quadratmeter werden für diese Fläche unter diesen Bedingungen maximal 15 bis 17 Augen als optimal angesehen. Somit kann der hier gewählte Anschnitt als Größe für eine hohe Stockbelastung angesehen werden. Die besonders niedrigen Austriebsquoten im Jahre 1998 basieren wahrscheinlich auf der Tatsache der hohen dauerhaften Stockbelastung. Eine Austriebsquote von 69 bis 78 % (1998) kann als gering angesehen werden, da sie unter dem Level liegt, die je nach Zählart des Bonitierers im Fehlerbereich der Bewertung von schlafenden Augen am Triebansatz liegt. Das heißt, der Anteil der nicht ausgetriebenen Augen sollte nicht stark über der Fehlerrate beim Bonitieren liegen, da in der Regel nahezu alle angeschnittenen Augen austreiben. Durch die unterschiedliche Bewertung des ersten basalen Auges können, nach eigener Erfahrung, Abweichungen von 5 % möglich sein. Eine derart geringe Austriebsquote aber, die um ca. 20 % von den angeschnittenen Augenzahlen abweicht, ist in einer schlechteren Versorgung des Holzkörpers durch Überbelastung begründet. SCHULTZ (2005) zeigt diesen Effekt im umgekehrten Fall bei Entlastung der Rebstöcke durch eine

Traubenausdünnung auf. Die Effekte hinsichtlich der Holzausreife, besonders durch Überlastung der Rebstöcke, sind hinlänglich bekannt. In Folge einer schlechteren Versorgung (CURRLE ET AL. (1983)) besonders des einjährigen Holzes kommt es zu Frostschäden und somit zu verletzten Augen, die nicht mehr austreiben. Besonders KIEFER ET AL. (1978) zeigen, dass bei sehr hohen Anschnittniveaus mit vielen ausbleibenden Augen zu rechnen ist. Im Jahr 1998 lagen signifikante Unterschiede nur gegenüber der Variante 'Organisch' vor. Da der Austrieb im Jahr 1998 vor der eigentlichen Implementierung der Düngevarianten lag, kann von etwas schlechteren Ausgangsbedingungen für die organische Variante ausgegangen werden. Diese schlechteren Ausgangsbedingungen wurden auch durch die Wuchsbonitur im Jahr 1997 belegt (**Abb. 3313-1b**). Hierbei zeigt sich wiederum der Einfluss auf den Wuchs und Rückgangerscheinungen, die bei den Arbeitshypothesen eine entscheidende Rolle spielen. Insgesamt führten diese unterschiedlichen Austriebsquoten aber zu einer Egalisierung der teilweise signifikanten Unterschiede bei den angeschnittenen Augen hinsichtlich der ausgetriebenen Augenzahl. Somit kann aufgrund der unterschiedlichen Austriebsquoten bei der für die Ertragsbildung entscheidenden Augenzahl der ausgetriebenen Augen von keinem Unterschied gesprochen werden. In diesem Sinne hat durch die natürliche Reduktion der potenziell Ertrag bringenden Augenzahl eine Reduzierung des Anschnitts stattgefunden, der somit bei einer Standweite der Rebanlage von 2,4 qm/Rebe und einem flächenbezogenen Anschnitt von 7 Augen/qm als im oberen Bereich der Anschnittspanne (PORTEN & SCHNEIDER (2005)) zu bezeichnen ist. Im Jahr 1999 lagen etwas höhere Austriebsquoten (**Abb. 3312-2**) vor, die auch auf eine bessere Versorgung des einjährigen Holzes zurückschließen lassen. Die Begründung hierfür liegt wohl zum Teil in den eingeführten Düngemaßnahmen und den damit verbundenen besseren Nährstoffeinlagerungen im Holz. Bei gleichen Austriebsquoten im Jahr 1999 ergaben sich bei etwas geringeren Anschnittniveaus der Varianten 'KSS' und 'Organisch' somit auch zum Teil signifikante Unterschiede bei den ausgetriebenen Augenzahlen. Wobei nur gegenüber den Varianten 'KSS' und 'Organisch' Unterschiede zur Kontrolle festgestellt werden konnten. Da somit eine weitgehende Egalisierung der Anschnittunterschiede vorlag, kann hier besonders für die, hinsichtlich des Ertrags nachfolgenden Betrachtungen kaum von einem Einfluss gesprochen werden. Anzumerken ist aber, dass die Wuchsbonitur in den Varianten 'Organisch' und 'KSS' einen graduell schlechteren Wuchs aufwies. Es wird somit deutlich, dass, um Überlastungen beim Rebschnitt auszuschließen, besonders bei erfahrener Personal intuitiv auch nur etwas schwächer wirkende Rebstöcke schwächer angeschnitten werden. Dieser Effekt ist bei der

Betrachtungsweise zu beobachten, die auf den individuellen Rebstock und nicht auf flächenbezogene Anschnittniveaus ausgerichtet ist.

Bei der Analyse der flächenbezogenen Anschnitthöhe wird in 1998 auch wiederum das sehr hohe Niveau der angeschnittenen Augenzahl mit 9 bis 10 Augen/qm deutlich (**Abb. 3312-3**). Im Jahr 1999 wurde ein ähnlich hohes Anschnittniveau festgestellt (**Abb. 3312-4**). Die bei der Betrachtung des zuvor dargestellten Anschnitts pro Rebstock festgestellten signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten können bei der oft üblicheren, auf die Flächeneinheit bezogenen Betrachtung nicht mehr festgestellt werden. Daher ist, wie bereits bei der rebstockbezogenen Betrachtung des Anschnitts angedeutet wurde, hinsichtlich der unterschiedlichen Varianten von keinem Unterschied des Anschnitts auszugehen. Es liegen somit gleiche Ausgangsbedingungen, besonders hinsichtlich der ertragsbezogenen Parameter vor. Dies wird besonders deutlich bei dem für die Ertragsbildung entscheidenden Parameter der ausgetriebenen Augen pro Quadratmeter. Das Anschnittniveau ist, bezogen auf die ausgetriebenen Augen, auf der Grundlage der Arbeiten von KIEFER (1990) und BAUER (2002) als normal bis leicht erhöht anzusehen. Es liegt somit ein sehr gut angepasster Anschnitt an die Leistungsfähigkeit der Anlage vor, da auch die Rebanlage in sich sehr wüchsig ist. Der Bewirtschafter dieser Rebanlage hält diese Anlage somit auch hinsichtlich der generativen Leistung unter stärkerer Belastung. Dies ist möglich, da eine sehr starke vegetative Leistungsfähigkeit der Anlage aufgrund der traditionell sehr starken und lang andauernden Humuswirtschaft vorliegt. Weiterhin ist dem Bewirtschafter klar, dass bei einem so erhöhten Anschnitt auf der Grundlage von zwei Fruchtruten relativ hohe Augenzahlen pro laufendem Meter vorliegen werden. Gleichzeitig bedeutet dies eine sehr hohe Anzahl von Trieben pro laufendem Meter, die trotz guter Bestandsführung tendenziell immer zu Verdichtungen oder zu einer schlechteren Belichtung der Triebe führt. Nach SOMMER ET AL. (2000) führt diese schlechtere Belichtung zu einer geringeren Kohlehydrateinlagerung in den zu verholzenden Trieb. Geringe Kohlehydratgehalte führen nach KORKAS ET AL. (1994) im verholzten Trieb wiederum zu einer geringeren Frosthärte. Damit ist aufgrund der geringeren Frosthärte mit einer höheren Anzahl von ausbleibenden Augen zu rechnen.

Der erhöhte Anschnitt beugt hiermit so einem zu starken Abfall der triebtragenden Augen vor. Insgesamt kann also vor allem von einem an die Rebanlage angepassten Anschnittverhalten des Bewirtschafters gesprochen werden und somit von einer ordentlichen Bestandsführung. Diese ordentliche Bestandsführung in der Rebanlage Geisenheim kann in

Bezug zu den Arbeitshypothesen als eine exemplarische Anlage angesehen werden, die durch sehr gute Führung der Anlage, kaum Rückgangerscheinungen erwarten lässt.

4.3.1.1.2 Der Einfluss des Anschnitts auf der Versuchsfläche ‚Kiedrich 1‘ auf den Wuchs der Reben

Im Versuchsjahr 1998 wurde nach dem der Rebschnitt, der durch den Besitzer der Fläche durchgeführt wurde, hinsichtlich des Rebschnitts regulierend eingegriffen. Dabei wurde nur auf dieser Fläche diese Maßnahme ergriffen indem in das, durch den Betriebsleiter selbst bestimmte Anschnittniveau, eingegriffen wurde. Bei den Düngevarianten wurde der Anschnitt auf das für die Rebsorte Blauer Spätburgunder übliche Niveau angepasst. Wobei angesichts des schwachen Wuchses der Rebanlage zusätzlich nach BAUER (2002) ein etwas geringeres Niveau von durchschnittlich 5 Augen pro Quadratmeter gewählt wurde. Das vom Betriebsleiter angehaltene Anschnittniveau wurde auf der betriebsüblich gestalteten Variante der ‚Kontrolle‘ belassen, um den Einfluss einer zu hohen Stockbelastung von nahezu 32 Augen pro Rebstock zu demonstrieren. Die Düngevarianten wurden einer Stockbelastung von ca. 15 Augen pro Rebstock ausgesetzt und unterschieden sich somit auch kaum signifikant beim Anschnitt (**Abb. 3322-1**). Angesichts eines maximalen Anschnitts von 12 Augen pro Rebstock laut MURISIER (1991) und ZUFFEREY & MURISIER (1996) und einer nach KIEFER & WEBER (1985) maximalen Stockbelastung von 17 bis 18 Augen pro Rebstock, abgeleitet von der maximalen Standweite, waren besonders aufgrund des schlechten Wuchszustands der Rebanlage nahezu 32 Augen pro Rebstock natürlich untragbar. Für die ‚Kontrolle‘ wurde dieser exorbitant hohe Anschnitt belassen und die Folgen auf die sehr unterschiedlichen Ertragsleistungen wurden als Einflussfaktor einkalkuliert, um im Sinne der Arbeitshypothese b. eine Rückgangerscheinung aufgrund der Bewirtschaftung zu belegen. Im Vordergrund stand dabei zu analysieren, ob diese sehr starke Wuchsdepression innerhalb der Anlage nicht vor allem auf die falsche Bewirtschaftung im Sinne der Arbeitshypothese b. und hier insbesondere auf ein zu hohes Anschnittniveau zurückzuführen ist und nicht auf den vorhandenen Reblausbefall (Arbeitshypothese a.). Interessanterweise nahm der Besitzer im zweiten Versuchsjahr die Anregung selbst auf und stellte den Anschnitt selbst ohne Absprache auf ein Niveau ein, das bei den angeschnittenen Augen auf einem Niveau von 18 bis 19 Augen pro Rebstock (**Abb. 3322-2**) lag und somit in einem Bereich, der angesichts eines solch schwachen Wuchses in der Rebanlage am oberen Ende der Belastbarkeit (BAUER (2002)) lag. Durch die relativ geringen Austriebsquoten von 81 bis 89 % war im Versuchsjahr 1999

somit auch, mit einem für die Ertragsbildung resultierenden Anschnittniveau der ausgehenden Augen ein Wert von 15 Augen/Rebstock erzielt worden. Angesichts der Standweite der Rebanlage von 2,6 qm/Rebstock ist somit ein Anschnittniveau von nahezu einheitlich 6 Augen pro Quadratmeter für alle Versuchsvarianten erzielt worden (**Abb. 3322-4**). Daher lagen im Gegensatz zum Jahr 1998 auch keine signifikanten Unterschiede im Versuchsjahr 1999 beim Anschnitt vor. Angesichts des problematischen Wuchses der Rebanlage (**Abb. 3323-1b**) befindet sich der gewählte Anschnitt in 1999 somit an der Grenze der Belastbarkeit. Dies wird auch durch die bereits angesprochenen geringen Austriebsquoten deutlich, die laut KIEFER ET AL. (1978) eine Folge des zu hohen Anschnitts sind. Vom Jahr 1998 rückblickend gesehen, spricht dies auch für die sehr geringen Austriebsquoten in 1998 in der Variante 'Organisch', die wohl unter anderem unter einem sehr hohen Anschnittniveau, besonders hinsichtlich des Wuchses, gelitten hat. Die Wuchsanalysen in 1997 und 1998 zeigen dies deutlich an. Wobei die hohe Varianz bei der Austriebsquote sehr stark verdeutlicht, welche teilweise schwachen Rebstöcke sich in dieser Variante befunden haben (**Abb. 3322-2**) müssen. Bei einer solchen starken Beeinflussung des Wuchses durch Bewirtschaftungsmaßnahmen im Sinne der Arbeitshypothese a., hier z.B. durch den Anschnitt, zeigt der Parameter des Anschnitts im Zusammenhang mit der Austriebsquote auch deutlich Wuchsunterschiede auf. Es wird aber deutlich, dass der Parameter eher dazu dient, die Ursachen (Arbeitshypothese a. und b.) zu belegen, anstatt die Wuchsdepression zu beschreiben oder zu belegen.

Weiterhin ist anzumerken, dass besonders bei der vorliegenden Edelreis-Unterlags-Kombination eine besondere Gradwanderung beim Anschnitt vollzogen werden muss. Einerseits verbietet sich ein sehr hoher Anschnitt der jenseits der 5 Augen/qm liegt und der weitestgehend mit 6 Augen/qm in 1999 eingehalten wurde. Andererseits führt eine Unterlastung bei einem schweren Boden mit einer relativ starkwüchsigen Unterlage (SO4) bei diesem Bodentyp, in Zusammenhang mit dem sehr frohwüchsigen Spätburgunderklon Mariafeld (PORTEN, M. (2001)), der hier Verwendung findet, zu Trieben mit großen Kaliberstärken und langen Internodien und somit zu einem sehr mastigen Wuchs. Weiterhin neigt bei solch einem Wuchs dieser besonders lockerbeerige Klon in solchen Situationen sehr große Trauben (PORTEN, M. (2003), PORTEN, M. (2004A)) mit sehr hohen Einzeltrauben- und -beerengewicht (siehe auch Abb. 3322-18) zu produzieren, sodass eine zusätzliche Belastung durch einen exzessiven, generativen Wuchs erfolgt. Zum Teil konnte dieser Effekt besonders bei den Düngevarianten festgestellt werden, die aufgrund der besseren Ernährungssituation und der verbesserten Wasserhaltefähigkeit, innerhalb der

organischen Variante nochmals verbesserte Wuchsbedingungen aufwies. Daher war es in diesem Sinne richtig, trotz vorliegender schlechter Wuchssituationen, in der Anlage an die obere Grenze der Belastbarkeit des Anschnitts zu gehen, um diesem, durch das Pflanzgut injizierten Effekt des ineffektiven mastigen Wuchses entgegen zu wirken.

Insgesamt wird deutlich, dass durch die bisherige Bewirtschaftung, im Besonderen dokumentiert durch den hohen Anschnitt, die Rebanlage immens überlastet wurde. Dies steht im Einklang mit dem im Vorfeld der Anlage festgestellten Pflegestatus der Rebanlage. Die Fragestellung, die besonders mit dieser Versuchsanlage beantwortet werden sollte, bestand darin ob, die Rückgangerscheinungen auf die Bewirtschaftung (Arbeitshypothese b.) zurückzuführen ist oder auf den Reblausbefall (Arbeitshypothese a.). Darüber hinaus sollte die Frage beantwortet werden, ob solche Rückgangerscheinungen trotz des hohen Reblausbefalls durch eine an Standort und Rebanlagen angepasste Bewirtschaftung zurückgeführt werden kann.

4.3.1.1.3 Bewertung des Einflusses des Anschnitts auf den Versuchsflächen auf den Wuchs der Reben

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass zwar die große Bandbreite der unterschiedlichen Bewirtschaftungsarten und -intensitäten auch bei den anderen untersuchten Versuchsflächen (Kiedrich 2 (Kap. 9.3.3.3.2.1 u. 9.3.3.3.2.2), Rüdesheim (Kap. 9.3.3.4.2.1 u. 9.3.3.4.2.2), Eltville (Kap. 9.3.3.5.2.1 u. 9.3.3.5.2.2) und Hattenheim Kap. 9.3.2.2.1) durch die Anschnitthöhe und die Austriebsquote beschrieben werden. Aber über die Versuchsanlagen hinweg konnte keine Beschreibung der Wuchsunterschiede der Rebanlagen sowie zwischen den Versuchsvarianten innerhalb der Rebanlage mit diesem Parameter des Anschnittes geleistet werden. Die Anschnitthöhe dient somit als gutes Instrument, um Einflussgrößen hinsichtlich der Bewirtschaftung auch rückblickend festzustellen. Eine Wuchsanalyse innerhalb einer Rebfläche kann mit diesem Parameter aber nicht geleistet werden. Der Grund für die Ausbildung von Rückgangerscheinungen als Grundlage zur Beurteilung der Arbeitshypothesen a. und b. konnte mit dem Anschnittniveau sehr gut belegt werden.

4.3.1.2 Die Triebzahl als Einflussfaktor auf den Wuchs der Reben

Grundlegende Zusammenhänge zur Triebentwicklung werden vor allem durch die Arbeiten von BETTNER & BETTNER (1977), (1979) und (1995) gelegt. Weiterhin zeigen MURI-SIER & FERRETTI (1996), dass die Stockbelastung einen entscheidenden Einfluss auf die

Kümmertriebzahl hat. Daher ist die Diskussion nicht losgelöst von dem standortspezifischen Standraum sowie besonders von der aktuellen Anschnitthöhe zu sehen. Besonders deutlich wird dies durch die Arbeiten von MURISIER & ZUFFEREY (1996), die anhand der Verringerung der Triebzahl pro Rebstock eine Erhöhung der Augenfruchtbarkeit belegen. Dass die Triebzahl und hier im Besonderen die Kümmertriebzahl in Abhängigkeit von dem Ernährungszustand zu sehen ist, zeigen BETTNER & BETTNER (1995) anhand von geringeren Kaliumgehalten in Kümmertrieben. In diesem Zusammenhang zeigen SOMMER ET AL. (2000), dass die Reservekohlehydrate im einjährigen Trieb entlang des 2. bis 18. Auge mit der Fruchtbarkeit basierend auf dem Austrieb im folgenden Frühjahr direkt korrelieren. Die Autoren führen weiter aus, dass die Reservekohlehydratgehalte besonders von der Belichtung des grünen Triebes im vorangegangenen Sommer abhängig sind. Hierbei zeigt sich, dass eine zu dichte Laubwand aufgrund zu hoher Augenzahl je laufendem Meter (REYNOLDS ET AL. (1994A)) zu einer schlechteren Belichtung führt. Somit werden die Zusammenhänge zur Bestandsführung (Bewirtschaftung) und vor allem der Anschnitthöhe wiederum deutlich und dienen zur Validierung der Arbeitshypothese b.

4.3.1.2.1 Die Triebzahl auf der Versuchsfläche Geisenheim als Einflussfaktor auf den Wuchs der Reben

Im Versuchsjahr 1998 zeigten die gleichartigen Triebzahlen (19,95 bis 20,95 Triebe/Stock) einen gleichmäßigen Austrieb (**Abb. 3312-5**) an. Damit wird ein gleichartiger „Start“ in die Vegetation für alle Versuchsvarianten dokumentiert. Das heißt, über den dokumentierten gleichmäßigen Anschnitt hinaus lagen auch gleichartige Wuchsvorbedingungen hinsichtlich der Triebzahlen und damit der potenziellen Blattfläche vor. Weiterhin weißt die gleichartige Anzahl an Kümmertrieben (**Abb. 3312-5**) bei allen Varianten (5,6 bis 6,6 Kümmertriebe/Stock) auch sehr deutlich auf einen sehr ausgewogenen Ernährungszustand in den vorhergehenden Jahren hin. Diese Tatsache deckt sich mit der Vorgeschichte dieser Versuchsfläche, die vor allem durch eine ausgewogene, dem Standort sehr gut angepasste Bestandsführung im Sinne der Arbeitshypothese b. über Jahre hinweg geprägt war. Die Ausgangsbedingungen für die verschiedenen Varianten waren demnach auf allen Versuchsvarianten gleich. Im ersten Versuchsjahr, kurz nach der Applikation der Dünger, war kein Einfluss durch die Düngemaßnahmen z.B. auf die Triebzahl, zu erkennen. Die Einflüsse wirkten sich erst später aus, deshalb ist eine langfristige Betrachtung wichtig. Versuche, die auf ein Jahr ausgerichtet sind, können somit im Freiland keine belastbaren Ergebnisse erbringen.

Im Versuchsjahr 1999 wird der bereits dokumentierte gleichmäßige Austrieb des Versuchsjahres im gesamten Versuchsfeld durch die nicht unterscheidbaren Triebzahlen pro Rebstock (**Abb. 3312-6**) bestätigt.

Dagegen zeigen sich im zweiten Versuchsjahr die Einflüsse der Düngemaßnahmen auf die Anzahl der Kümmertriebe. Die Variante ‚Organisch‘, die besonders eine bessere Kalium-Versorgung des Blattes (**Abb. 3311-13**) aufweist, zeigt auch deutlich weniger Kümmertriebe auf. Der direkte Zusammenhang wurde teilweise für Triebe am absteigenden Ast von BETTNER & BETTNER (1995) gezeigt. Die Kümmertriebzahl dient somit als gutes Instrument zu Beurteilung von lokalen Wuchsdepressionen hinsichtlich der Arbeitshypothesen a. und b.. Es zeigt sich mit diesem „Messinstrument“ der Kümmertriebe, dass der Einfluss der Humusdüngung erst im zweiten Versuchsjahr in dieser Anlage zum Tragen kommt. Die Verdopplung der Kümmertriebzahl bei allen Varianten von 12 Kümmertrieben/Stock im Jahr 1998 gegenüber dem Vorjahr sowie im aktuellen Jahr gegenüber den Varianten ‚Organisch‘ und ‚KSS‘ zeigt an, dass vor allem ein Problem bei der Ernährung beim wichtigsten Makronährstoff Stickstoff vorlag. Ein sehr nasses und wüchsiges Jahr 1999 erforderte auch höhere Nährstoffaufnahmen, da durch die Nässe ein intensiveres und schnelleres Blattwachstum vorlag. Dies begründet sich darin, dass besonders bis zur Blüte vor allem durch Arginin der Stickstoffbedarf aus dem Holzkörper (SCHALLER ET AL. (1989)) gedeckt wurde. Diese Rebanlage wurde über Jahre hinweg aufgrund des Anschnitts auf einem sehr hohen Belastungsniveau gehalten. Daraus resultierten erhöhte Stresssituationen aufgrund von besonderen Belastungssituationen, wie sie im Jahr 1999 durch die Witterung (siehe Anhang Kap. 9.2.5.2) und dem daraus resultierenden intensiven Wuchs vorlagen. Diese durch partiellen Nährstoffmangel hervorgerufenen Stresssituationen spiegeln sich somit in einer schlechteren Versorgung von Teilen der Triebe wider, sodass damit eine erhöhte Kümmertriebzahl zu erwarten ist. Insgesamt kann diese Erscheinung aber nur als kurzfristige Überbelastung angesehen werden, die bei einem perennierenden System der Reben wegen der Volatilität der Witterung und Nährstoffverfügbarkeit in der langfristigen Betrachtung einer Rebanlage kaum eine Rolle spielt, wie auch KOBLET ET AL. (1997) zeigen. Damit sind diese Vorgänge auch als andauernd und natürlich anzusprechen. Es wird deutlich, dass in der Erwägung zur Beurteilung von Rückgangerscheinungen im Sinne beider Arbeitshypothesen das Heranziehen des Parameters der Kümmertriebe sehr wichtig sein kann, um lokale und temporär durch den Witterungsverlauf bedingt auftretende Wuchsdepressionen von langfristigen Effekten bei den Rückgangerscheinungen abtrennen zu können.

Die Werte der relativen Triebzahl dienen besonders gut zur Darstellung des gleichmäßigen Austriebs und des möglichen Ertragspotenzials. Dieser Faktor ist zur Beurteilung des Ertragspotenzials und der Wuchsleistung sehr wichtig, da er effektiv das wirkliche und nicht nur das theoretisch mögliche Potenzial einer Rebanlage angeben kann. Die sehr gleichmäßigen Werte im Jahr 1998 in Bezug auf die Fläche von 7,4 bis 7,8 Triebe/qm (**Abb. 3312-7**) und im Jahr 1999 von 8,6 bis 9,5 Trieben/qm (**Abb. 3312-8**) deuten auf sehr gleichmäßige Triebzahlen und somit Ausgangsbedingungen hin. Die teilweise statistisch unterschiedlichen Werte hinsichtlich der Triebzahl pro angeschnittenem und ausgetriebenem Auge im Jahr 1998 spielen daher kaum eine Rolle und spiegeln nur unterschiedliche Austriebssituationen wider, die aber bei den flächenbezogenen Betrachtungen keinen Einfluss mehr darstellen. Diese statistischen Unterschiede konnten auch im zweiten Versuchsjahr nicht festgestellt werden.

Somit ist die Ausgangslage hinsichtlich der generativen und vegetativen Leistungsdaten für alle Versuchsvarianten als gleichartig anzusehen. Eventuelle Unterschiede bei diesen Daten müssten somit auf andere Faktoren zurückzuführen sein wie z.B. auf Dünge- oder Bearbeitungsmaßnahmen. Damit können diese anderen Faktoren bei der Beurteilung des Wuchses und der Rückgangerscheinungen laut den Arbeitshypothesen herangezogen werden.

4.3.1.2.2 Die Triebzahl auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Einflussfaktor auf den Wuchs der Reben

Der doppelt so hohe Anschnitt im Versuchsjahr 1998 auf der Variante ‚Kontrolle‘ in der Anlage Kiedrich 1, spiegelt sich genau wider in der doppelten Triebzahl (‚Kontrolle‘ 27,4 Triebe/Stock; 13,4 bis 14,4 Triebe pro Stock ‚Organisch‘, ‚KSS‘, ‚NPK‘). Wohingegen die Kümmertriebe als Folge dieser massiven, bereits beim Anschnitt beschriebenen Überlastung der Rebstöcke, bei der Variante ‚Kontrolle‘ stark erhöht sind (**Abb. 3322-5**). Rebstöcke, die einem normalen, an die Rebanlage angepassten Anschnitt ausgesetzt sind, weisen in den Düngevarianten (‚Organisch‘, ‚KSS‘, ‚NPK‘) einen moderaten Wert von 3 Kümmertrieben pro Rebstock auf, wobei die betriebsüblich belassene ‚Kontrolle‘ einen dreifach erhöhten Wert von 9 Kümmertrieben pro Rebstock aufweist. Der Messparameter Kümmertriebe zeigt somit sehr gut eine Überbelastung der Rebstöcke an. Der massive Einfluss der Überlastung kann durch diesen Parameter somit deutlich herausgearbeitet werden. Differenziertere Unterschiede im Wuchs, bedingt durch Dünge- und Bewirtschaftungsmaßnahmen, können aber nicht abgebildet werden, um

Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese a. und b. genau zu belegen. Weiterhin ist die Triebzahl mit 27 pro Rebstock und damit mit 20 Trieben pro laufendem Meter bei gegebenem Stockabstand und einer Triebzahl von maximal 1,1 Trieben pro ausgetriebenem Auge auf der Kontrollvariante (**Abb. 3322-7**) viel zu hoch (REYNOLDS, ET AL. (2004)). Der Optimalbereich liegt laut BAUER (2002), PORTEN & SCHNEIDER (2005) und MÜLLER ET AL. (1999) in Anlehnung an den dort angegebenen optimalen Anschnittbereich von 10 bis 12 Augen pro laufendem Meter und einem gemessenen Wert von nahezu 1,1 Trieben pro ausgetriebenem Auge, bei maximal 15 Trieben pro laufendem Meter. Für die im kanadischen Weinbau vorherrschenden Situationen geben REYNOLDS ET AL. (1994A) einen Wert von 16 bis 26 Triebe pro laufendem Meter für die Rebsorte Riesling an. Da diese Verhältnisse kaum übertragbar sind auf die Verhältnisse auf den Versuchsfeldern (Rebsorte, Klima (Kap. 9.2.5.2)) und die Spanne für einen Optimalbereich sehr weit gefasst ist, kann diese Angabe nicht als Vergleich herangezogen werden. Insgesamt kann somit hinsichtlich der Belichtung mit negativen Entwicklungen durch Verdichtung in der Laubwand und Eigenbeschattung zu rechnen sein. Dies schlägt sich gemeinhin in negativeren Werten bei den Leistungsdaten (Ertrag, Mostgewicht) nieder. Die Triebzahl bei den Düngungsvarianten liegt mit 10 Trieben pro laufendem Meter hinsichtlich der Laubwandgestaltung und der damit verbundenen Effektivität bei der Photosyntheseleistung (ZUFFEREY ET AL. (2000)), im idealen Bereich.

Im Versuchsjahr 1999 wird deutlich, dass bedingt durch den gleichartigen Anschnitt auch gleichartige Triebzahlen im Bereich von 17,5 bis 18,7 Triebe pro Rebstock (**Abb. 3322-6**) vorlagen. Dieser Parameter zeigt somit eine gleichartige Belastung auf allen Versuchsvarianten in diesem Jahr an, wo hingegen die Kümmertriebzahl (10,5 Kümmertrieb pro Rebstock) der Variante 'Kontrolle' signifikant erhöht ist gegenüber den anderen Düngervarianten. Dieser um das 2,5 bis 3-fache erhöhte Wert weist deutlich auf eine Überlastung im Vorjahr hin. Hier ist wohl eine mangelnde Reservestoffeinlagerung während der Vegetationsperiode im Vorjahr auf der Variante 'Kontrolle' als Grund für diese Reaktion zu nennen (siehe bisherige Ausführung zur Reservestoffeinlagerung im Vorjahr). Damit weist die Variante 'Kontrolle' deutliche Wuchsprobleme und mögliche Rückgangerscheinungen durch die Bewirtschaftung laut Arbeitshypothese b. auf. Dieser Parameter zeigt somit Wuchsdepressionen deutlich an und dient als Indikator für Rückgangerscheinungen bei starken Überbelastungen. Weiterhin wird die gute Wuchsentwicklung der Variante 'Organisch' durch die sehr geringen Kümmertriebzahlen (3,9/Stock) auch statistisch abgesichert dokumentiert. Dies deutet darauf hin, dass durch die organische

Bewirtschaftung eine optimale Nährstoff- und Wasserversorgung der Reben gewährleistet war und somit auch periodisch induzierten Stresssituationen durch Wasser- und Nährstoffmangel langfristig entgegengewirkt werden konnte. Daraus folgend konnte auch eine optimale Nährstoffversorgung der Wurzel- und Holzkörper als Speicherorgan der Rebe gewährleistet werden.

Die signifikant fast doppelt so hohen Triebzahlen pro Quadratmeter im Jahr 1998 auf der Variante ‚Kontrolle‘ spiegeln auch den doppelt so hohen Anschnitt innerhalb dieser Variante wieder. Es zeigt sich aber, dass dieser sehr hohe Anschnitt zu geringeren Triebzahlen pro angeschnittenem und ausgetriebenem Auge führen (**Abb. 3322-7**). Das bedeutet, dass der Austrieb auf der Variante ‚Kontrolle‘ nicht so effektiv war wie bei den anderen Varianten, die deutlich höhere Werte aufzeigen. Aus dieser relativen Betrachtung lässt sich eine Überlastung der Variante ‚Kontrolle‘ somit schon beim Austrieb feststellen. Die relative Betrachtung dient somit bei einem solch extremen Unterschied als leichter Indikator oder frühzeitiger Hinweis für eine Überlastung. Für die Darstellung oder Analyse von Wuchsunterschieden oder Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothesen) innerhalb einer Rebanlage ist dieser Parameter somit aber nicht geeignet. Im Jahr 1999 wird eine andere Situation festgestellt. Bei nahezu gleicher Triebzahl je Quadratmeter aller Versuchsvarianten als Folge eines gleichen Anschnitts pro Quadratmeter, sind doch Unterschiede bei der Triebzahl pro angeschnittenem Auge festzustellen (**Abb. 3322-8**). Die Werte der Variante ‚Kontrolle‘ weisen immer die geringsten Werte gegenüber den anderen Varianten auf. Durch die statistische Absicherung dieses Unterschieds wird deutlich, dass es sich hier um eine Wuchsdepression handelt, da kein solch effektiver Austrieb gegenüber den Düngevarianten vorliegt. Dieser Effekt der vorjährigen Überlastung der Reben konnte auch schon bei der Betrachtung der Absolutwerte festgestellt werden. Die gleichen Zusammenhänge sind auch bei dem Parameter der „ausgetriebenen Augen“ festzustellen, wobei hier durch die hohen Standardabweichungen nicht alle Unterschiede statistisch absicherbar sind. Dieser Parameter zeigt somit auch eine deutliche Wuchsdepression der ‚Kontrolle‘ gegenüber den anderen Varianten auf und dient somit als Parameter, um bei stärkeren unterschiedlichen Belastungsszenarien die Wuchsunterschiede und ihre ursächlichen Zusammenhänge zu dokumentieren. Eine Beschreibung oder Dokumentation der Wuchsleistung und die Ableitung von Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen in einer Rebanlage ist aber mit diesem Parameter nur bedingt möglich.

4.3.1.2.3 Bewertung des Einflusses der Triebzahl auf den Versuchsflächen auf den Wuchs der Reben

Die Folgen einer Belastung der Reben durch eine doppelt erhöhte Anschnitthöhe konnte in mehreren Anlagen über die beiden diskutierten Versuchsanlagen hinaus (siehe Anhang Kap. 9.3.3.3.3 und 9.3.3.5.3) dokumentiert werden. Trotz starkem Wuchsvermögens von den Versuchsanlagen, führen diese hohen Belastungen auch bei der Versorgung mit einigen Makronährstoffen zu einer Mangelversorgung, sodass Wuchsprobleme in Form von kümmerwuchs und Wuchsdepressionen im Sinne der Arbeitshypothese a. und b. evident werden.

Die Kümmertriebzahl stellt somit ein sehr gutes Mittel zu Dokumentation von Wuchseinflüssen durch Düngung dar, da auf fast allen Versuchsflächen eine verringerte Kümmertriebzahl für bessere Ernährungszustände durch Düngeeinflüsse (Düngevarianten) sprechen. Eine weitere differenzierte Betrachtung aufgrund unterschiedlicher Düngemaßnahmen bzw. unterschiedlicher Düngevarianten konnte aber in der Regel bei allen Versuchsflächen (siehe 3.3.1.2.3 und 3.3.2.2.3 sowie Anhang Kap. 9.3.3.3.3, 9.3.3.5.4 und 9.3.3.5.3) nicht ermittelt werden.

Im Gesamten können die absoluten und relativen Triebzahlen aber nicht die Wuchsveränderungen auch nur annähernd detailliert auf den Versuchsflächen darstellen. Die Triebzahlen dienen besonders gut dazu, die uniforme Ausgangssituation für das Wachstum und die generativen Leistungsparameter zu belegen.

Die Kümmertriebzahl dient als sehr guter Indikator, um die Überlastungssituation anzuzeigen und die Ursache für Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothese b.) unabhängig vom Reblausbefall (Arbeitshypothese a.) zu belegen.

4.3.1.3 Die Triebblängen als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Triebblängen und Triebblängenzuwächse können auch ein Maß für die Wüchsigkeit einer Rebanlage darstellen (BETTNER & BETTNER (1995)). Wohingegen LEBON ET AL. (2001) postulieren, dass Triebmessungen nicht verwendet werden können, um die Wuchsleistung in Form von Blattflächenzuwächsen oder Triebblängenzuwächsen abschätzen zu können, da zu viele andere Faktoren, wie z.B. Ernährungszustände, die Messungen beeinflussen. Dahingegen zeigen BETTNER & BETTNER (1995), dass nicht eine statische Messung der Triebblängen, sondern die Messung der Triebblängen über einen längeren Zeitraum hinweg auch von Interesse sein kann. In diesem Zusammenhang zeigen SIEGFRIED ET AL. (2005), dass die Triebblängenmessung dazu verwendet werden kann, um die Blattfläche

eines Triebes genau und schnell zu bestimmen. Über die Trieblänge wäre es daher möglich, die Gesamtblattfläche eines Rebstocks und damit ein Indiz für die Wüchsigkeit des Rebstocks zu erhalten. Diese Gesamtvermessung eines Rebstocks nimmt natürlich viel Zeit in Anspruch und kann daher auch nur bedingt eingesetzt werden. Weiterhin führen die Autoren SIEGFRIED ET AL. (2005) an, dass die Regression zwischen Trieblänge und Blattfläche oberhalb einer Trieblänge von 100 cm sehr ungenau wird und daher nur bedingt eingesetzt werden kann. Der Autor SCHULTZ (2003) zeigt mit seiner Arbeit zum Wachstumsmodell der Rebe auch in einem historischen Rückblick, wie sich die Modellierung des Rebtriebwachstums entwickelt hat. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf dem Plastochron-Index (SCHULTZ (1989)) der zur Beschreibung des physiologischen Blattalters und der Triebentwicklung dient (SCHULTZ ET AL. (2001), SCHULTZ (2003)). Dabei beschreibt ein Plastochron die Zeitspanne, die zwischen zwei aufeinanderfolgenden Blättern während des Wachstums des Triebes verstreicht. Dieser Index kann in eine weitestgehend nur temperaturabhängigen Formel eingebaut werden, um die Modellierung von Triebzuwachsen durchzuführen. Kleinräumige Veränderungen innerhalb von Rebflächen können mit diesem Modell nur sehr schwer prognostiziert werden, da die Einflussgrößen innerhalb der Rebflächen auch schon durch verschiedene Bodeneigenschaften sehr groß sind (BRAMLEY & HAMILTON (2003)). Da Beschreibungen der Wuchssituation aufgrund von Triebhöhenmessungen sehr schwierig sind, weisen die Autoren LEBON ET AL. (2001) darauf hin, dass sie wenige quantitative Untersuchungen der Triebentwicklung gemacht haben. Aufgrund dieser Problematik der kleinräumigen differenzierten Wuchsunterschiede, wurden anhand der Versuchsrebstöcke Einzeltriebmessungen durchgeführt, um diesen Einflussfaktor einzuschränken. Weiterhin ist die Wuchsanalyse innerhalb einer Rebfläche mit einem stark aggregierten System, wie dem Wachstumsmodell der Rebe (SCHULTZ (2003)) kaum möglich, da nicht nur innerhalb des Rebbestands durch Bodeneigenschaften eine große Varianz hinsichtlich der Wuchsleistung einer Rebe vorliegt (siehe Wuchsanalysen aller Versuchsflächen Kap. 3.3.1.3, 3.3.2.3, 9.3.3.3.3, 9.3.3.4.3, 9.3.3.5.3), sondern jeder einzelne Rebstock auch einer großen Varianz hinsichtlich des Wuchses obliegt. Jeder einzelne Rebstock weist als Individuum unterschiedliche Triebpositionen auf, welche wiederum mit abgegrenzten Wurzelteilen im Boden direkt verbunden sind laut NEGRUL' ET AL. (1971). Den Nachweis dieses Zusammenhangs führten NEGRUL' ET AL. (1971) auf der Basis von Isotopenmessungen durch. Dabei konnten sie nachweisen, dass die Funktion der direkt verbundenen Triebe bei abgeschnittenen Wurzelteilen von anderen Wurzelpartien übernommen wird. Inwieweit diese Tatsache auch eine

Rolle für das Wachstum der einzelnen Reben spielt, falls durch Bodenbearbeitungen und Tiefenlockerungsprozessen Wurzelteile abgetrennt werden, kann laut MOHR ET AL (1999) kaum erfasst werden. Daher ist eine individuelle Betrachtung des Wuchses auf einer Rebfläche um so wichtiger, um solche, teilweise nicht messbaren Einflüsse wenigstens im Einzelnen dokumentieren und teilweise ausschließen zu können. Dass Tiefenlockerungsmaßnahmen besonders hinsichtlich des Wuchses der Reben wichtig sind zeigen auch (BAUER ET AL. (2004), END (1997), MAUL (1997), PORTEN, M. (2005D), SCHULTE –KARRING (1987) und STRAUß (2005)). Weiterhin wurde im Material- und Methodenteil dokumentiert, dass in verschiedenen Flächen Tiefenlockerungsmaßnahmen (siehe Kap. 2.5: Tab 25-2) durchgeführt wurden. Bei der individuellen Betrachtung des Wuchses eines Rebstocks muss darüber hinaus auch bei den bereits erwähnten segmentartigen Verbindungen des Wurzelsystems mit Teilbereichen am Rebstock auch die Triebposition beachtet werden. So zeigen die Autoren BETTNER & BETTNER (1995) und SOMMER ET AL. (2000), dass die Triebe entlang des Bogens unterschiedliche Nährstoffgehalte aufweisen. BETTNER & BETTNER (1995) weisen darauf hin, dass Schwachtriebe vor allem eine schlechtere Versorgung von Kalium aufweisen und oft am absteigenden Ast positioniert sind. Wohingegen SOMMER ET AL. (2000) ermittelten, dass die Kohlehydratgehalte im einjährigen Holz in Abhängigkeit der Insertionshöhe stehen. Insgesamt liegen somit größere Einflussmöglichkeiten aufgrund der Triebposition am Bogen vor (CURRLE ET AL. (1983)). Daher wurden innerhalb der Untersuchung drei markante Triebpositionen am Rebstock gewählt, die auch, wie zuvor aufgezeigt, unterschiedliche Ernährungssituationen sowie auch mögliche unterschiedliche Wurzelsysteme für die Ernährung heranziehen können. Besonders der Zielholzbereich (KIEFER & WEBER (1972)), der mit der Triebposition A gekennzeichnet wurde, obliegt einer verbesserten Ernährungssituation, weil die Triebe stocknäher als die anderen Triebe positioniert sind. Weiterhin liegt bei den basalen Augen oft eine bessere Nährstoff- oder Reservestoffeinlagerung (SOMMER ET AL. (2000)) vor, wobei auch laut HUGLIN (1958) in CURRLE ET AL. (1983) in diesem basalen Bereich eine ausgedehnte Nährstoffkonkurrenz der Augen vorliegt. Damit wird auch der bereits beim Kapitel Anschnitt (4.3.1.1) angesprochene Effekt der ausbleibenden Augen im basalen Bereich begründet. Bei vielen Rebsorten liegt aber besonders im ausgedehnteren basalen Bereich auch eine höhere Augenfruchtbarkeit vor (BAUER (2002), CURRLE ET AL. (1983), HAFNER (2004), MÜLLER ET AL. (1999), MÜLLER (1930)), die besonders im folgenden Jahr der Fruchtrute und somit dem Zielholzbereich besonders zu Gute kommt. Weiterhin kann als eine sehr exponierte Position für einen Trieb am Rebstock die im

Folgenden mit der Position B bezeichnete Stellung des Triebes, nämlich die Position auf dem Bogen, angesehen werden. Besonders vor der ausgeprägten Apikaldominanz (ALLEWELDT & ISTAR (1969)) bei der Rebe spielt diese exponierte, am Rebstock am höchsten gelegene Triebposition eine besondere Rolle. So zeigen besonders die Autoren BETTNER & BETTNER (1979), dass bei dieser Triebposition am Bogen größere Triebblängen vorliegen, wobei HUGLIN (1958) und CURRLE ET AL. (1983) in diesem Bogenbereich eine sinusartige Triebblängenverteilung aufzeigen, die wahrscheinlich mit einer Alternanz in Verbindung gebracht werden kann. Weiterhin wurde eine Triebposition am absteigenden Ast auf dem Bogen gewählt. Trivial werden diese Triebe auch Schnabeltrieb (GÖTZ (2006)) genannt, weil sie am unteren Ende des Bogens aufgrund der fehlenden Unterstützungseinrichtung oft schnabelartig wachsen. Somit weisen diese Triebe als hängender Trieb (SCHULTZ (2003)) aufgrund der schlechteren Nährstoffversorgung (BETTNER & BETTNER (1995)) oft kürzere Triebblängen auf. Diese Triebposition wurde mit C gekennzeichnet. Die Triebblängen dieser drei markanten Triebpositionen (A,B,C) wurden getrennt zu verschiedenen Terminen gemessen, um die zuvor gezeigten Einflussgrößen ausschließen zu können und somit eine Aussage über ein unterschiedliches Wuchsverhalten in einer Rebanlage treffen zu können.

4.3.1.3.1 Der Parameter Triebblängen auf den Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 als Grundlage für den Wuchs der Reben

Der absolute sowie der prozentuale Vergleich der Triebblängenzuwächse sollten zur Ermittlung von Wuchsdepressionen und zur Dokumentation des Einflusses von Düngemaßnahmen und Rückgangerscheinungen laut den Arbeitshypothesen dienen. Die Betrachtung einer Entwicklung der Triebblänge von Messtermin zu Messtermin ist wichtig, um unabhängig von der Ausgangssituation der ersten Messung, die zunächst nur absolute Werte ermittelt, eine Aussage über ein schnelleres oder stärkeres Wachstum treffen zu können. Dadurch können Wuchsdepressionen im Sinne der Arbeitshypothesen dokumentiert werden, die durch Wuchsverzögerungen in Form von geringeren Zuwachsraten zu Tage treten. Es zeigte sich aber, dass dieser Anspruch auch hinsichtlich der beiden Arbeitshypothesen mit diesem Instrument auf den Versuchsanlagen kaum erfüllt werden konnte. Dabei konnten Tendenzen, die auch bei den absoluten Längenwerten an den einzelnen Untersuchungsterminen mit einzelnen Signifikanzwerten vorlagen, hinsichtlich des besseren Wachses bei der 'Organischen' Variante, bestätigt werden. Darüber hinaus stellt der sehr starke gleichmäßige Wuchs auf der Fläche Geisenheim ein Problem dar,

weil bei der Analyse der prozentualen Zuwachsraten die Triebe, welche ehemals schon ein sehr starkes Längenwachstum aufweisen, wie z.B. die Triebe im Zielholzbereich, nicht noch erhöhte Zuwächse aufweisen konnten. Dies ist darin begründet, dass natürlicher Weise über dieses sehr hohe Wuchsvermögen, das bereits in dieser Anlage vorliegt, nicht noch ein höherer prozentualer Zuwachs möglich ist. Daher ist die prozentuale Analyse der Triebzuwächse im Bereich des Zielholzbereiches nur bedingt aussagekräftig und weist auch kaum signifikante Unterschiede (**Abb. 3312-11**) auf. Dahingegen kommt eine Überlagerung von einigen Effekten, hinsichtlich Ernährung und Wuchssituationen, wie sie von LEBON ET AL. (2001) angesprochen wurden, hierbei zum Tragen. Dadurch konnten selbst bei der Analyse der absoluten Werte (Trieblänge) auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 (**Abb. 3322-9**) fast keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden.

Die geringeren Triebblängen bei der Variante 'Kontrolle' auf allen drei Wuchspositionen und gegenüber allen anderen Varianten deuten eine Wuchsschwäche dieser Variante an. Aber lediglich auf der am schwächsten ernährten Wuchsposition (Triebposition C) auf dem absteigenden Ast (BETTNER & BETTNER (1995)) lassen sich diese Unterschiede statistisch auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 absichern (**Abb. 3322-9**). Das spricht dafür, dass mit diesem Instrument der Triebblängenmessung nur sehr extreme Wuchsunterschiede messbar sind. Wuchsdepressionen oder Rückgangerscheinungen die schon deutlich sichtbar, aber in ihrer Auswirkung hinsichtlich der Laubwandgestaltung nicht so extrem sind, können mit diesem Parameter im Sinne der Arbeitshypothesen nicht erfasst werden. Diese Wuchsdepressionen sind aber in der Regel mehrheitlich vorhanden. Daher dient dieser Parameter kaum dazu, um Wuchsdepression oder Wuchsunterschiede darzustellen und Rückgangerscheinungen in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsmaßnahmen und des Reblausbefalls laut den Arbeitshypothesen zu belegen.

Die zuvor dargestellte Wuchsschwäche in der Variante 'Kontrolle' wird im Jahr 1999 auf der Fläche Kiedrich 1 gegenüber allen Varianten durch signifikante Unterschiede bei den Triebblängen auf allen drei Wuchspositionen (A,B,C) deutlich dokumentiert (**Abb. 3322-10**). Der Effekt scheint sich somit im zweiten Jahr zu verstärken, da die Unterschiede fast alle statistisch absicherbar sind. Dies war im ersten Versuchsjahr, hinsichtlich der signifikanten Unterschiede auf allen drei Triebpositionen nicht möglich. Somit dient dieses Instrument der Betrachtung der absoluten Triebblängen nur bedingt zur Analyse von Wuchsunterschieden, da vorherrschende Unterschiede zwischen den Düngervarianten, die deutlich sichtbar sind, nicht mit diesem Instrument abgebildet werden können.

Bei der Analyse der prozentualen Zuwachsraten der Triebblängen konnte in Jahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 gegenüber den anderen Varianten (**Abb. 3322-11**) eine leichte Tendenz bei der Versuchsvariante 'NPK' hinsichtlich einer leicht schwächeren Triebentwicklung im Zielholzbereich festgestellt werden. Diese Tendenz korreliert aber nicht mit den Wucherscheinungen auf dieser Fläche, die eher eine Wuchsverbesserung der Variante 'NPK' gegenüber der 'Kontrolle' im Jahr 1998 aufweisen. Diese temporäre Wuchsschwäche auf dieser Wuchsposition ist somit auf eine zeitlich verzögerte Entwicklung als spätere Reaktion auf die Düngemaßnahmen zu sehen. Da dieser Effekt auch zwischen dem zweiten und dritten Messtermin nicht mehr zu erkennen ist, ist anzunehmen, dass trotz der schneller wirksamen Stickstoff-Komponenten innerhalb der NPK-Dünger (SCHILLING (2000)) die Verfügbarkeit aufgrund einer Trockenphase (KIEFER (1995)) und des fehlenden Massenflusses (SCHUBERT (2006)) eingeschränkt war. Weiterhin wird durch die Analyse der relativen Triebblängenzuwächse klar, dass die Variante 'Organisch' eine bessere Wuchsentwicklung im Jahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 vollzieht als die anderen Varianten. Diese Effekte können aber nur mit wenigen Signifikanzdaten belegt werden (**Abb. 3322-11**), sodass dieses Instrument nur als schwacher Beleg für diesen sichtbaren Effekt der Wuchsverbesserung dienen kann. Die im Wuchs intermediär liegenden Varianten 'NPK' und 'KSS' können in ihrer Unterschiedlichkeit zur Variante 'Organisch' gar nicht abgebildet werden, sodass die Analyse der Triebzuwächse nur bedingt zur Beurteilung von Wuchsentwicklungen auf dieser Fläche, auch im Sinne der Arbeitshypothesen im Jahr 1998, dient.

Die Wuchsunterschiede im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 der Variante 'Kontrolle' können deutlich signifikant (**Abb. 3322-12**) von den anderen Varianten im absoluten sowie relativen Triebblängenzuwachs dokumentiert werden. Die herausragende Wuchsstärke der Variante 'Organisch' kann mit der Betrachtung der Triebblängenzuwächse auch dargestellt werden, wobei diese Unterschiede zu den anderen Varianten kaum mit Signifikanzen belegt werden können. Somit wird im zweiten Jahr der Messungen die Darstellung der vorhandenen Wuchsunterschiede etwas deutlicher herausgearbeitet, aber für einen eindeutigen Beleg dieser Wuchssituation auf der Fläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 kann dieses Instrument der absoluten und relativen Triebblängenanalyse nicht dienen. Die wenigen festgestellten Signifikanzen dienen eher dazu, Tendenzen aufzuzeigen, als dass sie belastbare Daten darstellen.

4.3.1.3.2 Bewertung Triebblängen auf den Versuchsfächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

In allen Versuchsanlagen, auch besonders der Anlagen, die nur im Anhang aufgeföhrt (9.3.3.3.2.5, 9.3.3.4.2.5, 9.3.3.5.2.5) sind, zeigt sich, dass die Triebblängenanalyse nur ganz schwache Tendenzen zwischen den Versuchsvarianten belegt, diese aber kaum Schlüsse auf deren Wuchs oder einer Veränderung hinsichtlich der Rückgangserscheinungen, laut den Arbeitshypothesen, zulässt.

Insgesamt wird somit mit dieser Messmethode nur im zweiten Jahr eine Wuchsveränderung herausgestellt und zudem fehlt die wissenschaftliche Belastbarkeit durch statistisch breiter angelegte Unterschiede, sodass dieses Instrument kaum zur Dokumentation von Rückgangserscheinungen, laut den Arbeitshypothesen, in Rebanlagen eingesetzt werden kann.

Insgesamt wird durch die Analyse aller Versuchsfächen deutlich, dass trotz differenzierter Messung an drei Triebpositionen die Triebblängenmessung sowie die Analyse der relativen Zuwächse der Triebblängen nicht dazu dient, Wuchsunterschiede innerhalb einer Rebanlage darzustellen oder analysieren zu können. Daher konnte auch mit dieser Methode auf keiner Fläche ein Einfluss einer Düngemaßnahme herausgearbeitet werden und dieser Parameter kann nur bedingt zur Analyse der Arbeitshypothesen herangezogen werden.

4.3.1.4 Das Gipfellaubgewicht als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Dass die vegetative Leistung eines Rebstocks durch das Gipfellaubgewicht dokumentiert werden kann, zeigen SCHWAB & PETERNEL (2006). Grundlegende Arbeiten zum Gipfellaubgewicht und zu Einflussfaktoren, die auf das Ausmaß des Gipfellaubgewicht einwirken, hat HUEGELSCHAEFFER (1990) durchgeführt. Hierbei beschäftigte man sich vor allem mit der für den Weinbau sehr entscheidenden Frage des Gipfelzeitpunktes. Dabei spielt die source-sink-Beziehung bei der Rebe (CARBONNEAU (1996), DUERING & ALLEWELDT (1980)) eine entscheidende Rolle. Da es sich bei dieser Maßnahme quasi um den Zeitpunkt handelt, den source-sink-Wechsel einzuleiten oder zu beschleunigen. Zwar stellt KOBLET (1969) den grundsätzlichen Assimilatverlauf während der Vegetationsphase vor. Der Autor zeigt mit der Assimilatwanderung und Verlagerung der Trennzone zwischen Assimilatverlagerungen zur Triebspitze und basipetal zur Traube hin, dass während der Vegetationsphase diese Trennzone sehr stark zur Triebspitze hin verlagert wird. Gerade aber die Arbeiten von HUEGELSCHAEFFER (1990) zeigen, dass der natürliche source-sink-

Wechsel von der Triebspitze hin zur Traube durch die Kappung der Attraktionszone „Triebspitze“ verstärkt wird. HUEGELSCHAEFFER ET AL. (1994) stellen daher fest, dass der Schnittzeitpunkt und die Anschnitthöhe beim Gipfeln als Einflussfaktor auf die generative Leistung zu gelten haben. Daher wurde mit einer einheitlichen Anschnitthöhe von 10 cm über dem obersten Draht eine standardisierte Anschnitthöhe für alle Versuchsanlagen, in Abhängigkeit der Drahtrahmenhöhe, die vom Betriebsleiter gewählt wurde, festgelegt. Späte Schnitttermine fördern daher eher eine Mostgewichtserhöhung, wobei besonders der erste Laubschnitt, sofern er sehr früh durchgeführt wird, zu starken Ertragserhöhungen führt BECKER (2008). Um diesen bekannten Effekt der starken Ertragserhöhung bei frühen Gipfelungen, welche dicht am Nachblütebereich liegen, als systematischen Fehler mit bekannten Folgen, z.B. der Erhöhung der Botrytisgefahr, auszuschließen, wurden mit den Betriebsleitern auf den Versuchsflächen späte Gipfeltermine angestrebt. Da laut HUEGELSCHAEFFER ET AL. (1994) der Gipfeltermin keinen Einfluss auf die absolute Gipfellaubmasse hat, konnte durch diese Vorgehensweise mit einem Laubschnitt in einer Art Summenfunktion die vegetative Leistungsfähigkeit der einzelnen beprobten Rebstöcke analysiert werden. Obschon MURISIER & ZUFFEREY (2006) zeigen, dass eine höhere Einzelstockbelastung durch eine höhere Augenzahl pro Rebstock eher auf das Schnittholzgewicht reduzierend wirken als auf das Gipfellaubgewicht. Dahingegen zeigen Praxiserfahrungen, dass das Gipfellaubgewicht schon im direkten Bezug zur Wüchsigkeit der Rebanlage steht. Hier wird vor allem die Anzahl der notwendigen Laubschnitte im direkten Bezug zur Wüchsigkeit einer Rebanlage gesehen. Die Anzahl der notwendigen Laubschnitte steht aber auch aus sachlogischen Gesichtspunkten in direkter Korrelation zum Gesamtgipfellaubgewicht. Daher wurde bei dieser Arbeit in Erwägung gezogen, den Wuchs mit einem Gesamtgipfellaubgewicht durch eine späte Gipfelung abbilden zu können. Somit besteht durch die Wuchsbewertung auf der Basis des Gipfellaubgewichts auch die Möglichkeit, Rückschlüsse auf Rückgangerscheinungen, laut den Arbeitshypothesen a. und b., zu tätigen.

4.3.1.4.1 Der Parameter Gipfellaubgewicht auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

In der Versuchsfläche Geisenheim wird beim Frischlaubgewicht 1998 ein signifikanter Unterschied zwischen der Variante 'Kontrolle' mit 140 g Gipfellaubfrischgewicht/Rebe gegenüber durchschnittlich 108 g Gipfellaubfrischgewicht/Rebe bei den anderen drei Versuchsvarianten festgestellt (**Abb. 3312-13**). Eine Korrelation zu dem sehr

gleichmäßigen Wuchs auf dieser Rebanlage und einem teilweise minimal verbesserten Wuchs auf der Variante 'KSS' und 'Organisch' gegenüber der Variante 'Kontrolle' kann mit diesem Parameter Gipfellaubgewicht im Jahr 1998 nicht hergestellt werden. Die Versuchsergebnisse können mit diesem Messparameter somit die vorhandenen Relationen zwischen den Varianten beim Wuchs nicht herstellen. Inwieweit dies die Ergebnisse von MURISIER & ZUFFEREY (2006) bestätigt, dass veränderte Stockbelastungen und damit Wuchssituationen kaum einen Einfluss auf das Schnittlaubgewicht haben, kann aufgrund dieser geringen Datenlage nicht gesagt werden. Aber es wird deutlich, dass mit diesem Parameter vorhandene Wuchssituationen auf dieser Fläche nicht abgebildet werden können und somit auch im Sinne der Arbeitshypothesen die Rückgangerscheinungen nicht beleuchtet werden können. Im zweiten Versuchsjahr 1999 zeigt sich auf der Versuchsfläche ein verändertes Bild. Im Vorjahr 1998 wurde über alle Varianten ein durchschnittliches Gipfellaubgewicht von 116 g/Rebe als Frischmasse erreicht, wohingegen im Jahr 1999 über alle Varianten hinweg durchschnittlich 178 g/Rebe an Gipfellaubgewicht festgestellt wurden (**Abb. 3312-14**). Diese deutliche Wuchsverbesserung ist wahrscheinlich durch einen besseren Wasserhaushalt im Jahr 1999 bedingt. Der Wuchs und die Blattflächenproduktion korreliert besonders beim Blattzuwachs mit dem Wasserangebot in der Vegetationsperiode PRIOR (2005). Diese jahrgangsabhängigen Wuchsunterschiede können somit mit diesem Parameter Gipfellaubgewicht abgebildet werden. Weiterhin zeigt dieser Parameter im Versuchsjahr 1999 einen erhöhten Wuchs in der organischen Variante durch signifikante Unterschiede zu der Variante 'NPK' an (**Abb. 3312-14**). Dieser Effekt der Wuchsverbesserungen wird aber nur leicht angedeutet durch die eine Signifikanz innerhalb dieses Versuchsjahres. Wobei diese Wuchsverbesserung auch nur im zweiten Jahr auf einer Teilfläche 'Organisch' dokumentiert wird. Eine deutliche Wuchsverbesserung der Variante 'Organisch' kann dieser Parameter auf dieser Fläche somit nicht anzeigen. Teilweise reagiert das Gipfellaubgewicht verspätet auf die stärkere Humusgabe auf dieser Fläche.

4.3.1.4.2 Der Parameter Gipfellaubgewicht auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Das Gipfellaubgewicht zeigt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 deutlich eine sehr schwere Wuchsdepression und Rückgangerscheinung auf der Variante 'Kontrolle' an (**Abb. 3322-13**). Bei der doppelten Triebzahl pro Rebstock sollte bei der 'Kontrolle' auch aus sachlogischen Gründen nahezu das doppelte an Gipfellaubgewicht

vorliegen. Es liegt auf der Variante 'Kontrolle' aber ein um 25 % geringeres Gipfellaubgewicht vor. Dadurch wird deutlich, dass die gesamten Assimilate zum Erhalt oder Aufbau der Laubwand verwendet wurden. Damit lagen kaum mehr Energie und Nährstoffe für ein adäquates Längenwachstum vor. Es zeigt sich, dass der Zusammenhang in dieser Stärke nicht, wie zuvor dargestellt wurde, durch die Triebblängenmessung ermittelt werden konnte. Dies begründet sich wahrscheinlich auf der zu großen Variabilität zwischen dem Wuchsverhalten unterschiedlicher Triebe. Das Gipfellaubgewicht zeigt hier demgegenüber diese Wuchsdepressionen auf der Variante 'Kontrolle' im Jahr 1998 frühzeitig an. Dagegen kann aber das Gipfellaubgewicht im ersten Versuchsjahr keine Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten hinsichtlich der Wuchsunterschiede herausarbeiten. Das Gipfellaubgewicht ist somit als guter Indikator für stärkere Wuchsprobleme geeignet, aber um Wuchsunterschiede zeitnah und gleichzeitig zur Entwicklung im Jahr darzustellen, dient dieses Instrument nicht.

Nach Etablierung der Düngemaßnahmen im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zeigt das Gipfellaubgewicht deutlich die Unterschiede beim Wuchs an. Besonders die starke Wuchsdepression auf der Variante 'Kontrolle' verursacht zum Teil durch die Überbelastung (hoher Anschnitt Kap. 4.3.1.1.2) MURISIER, F. (1997) wird sehr deutlich. Mit lediglich 73 g an Gipfellaubgewicht je Rebe (**Abb. 3322-14**) wird ein solch niedriger Wert erreicht, der kaum bei Messungen zum Gipfellaubgewicht in den Arbeiten von HUEGELSCHAEFFER (1990) dokumentiert wurde. Dieser geringe Wert rechtfertigt kaum einen Laubschnitt bei der standardmäßigen Bewirtschaftung. Die Maßnahme des Laubschnitts innerhalb solch einer Rebanlage würde lediglich aus ästhetischen Gründen durchgeführt werden. Auch die sehr gute Wuchssituation bei der Variante 'Organisch' gegenüber den anderen drei Varianten wird durch signifikante Unterschiede, deutlich (**Abb. 3322-14**). Weiterhin wird die intermediäre Stellung des Wuchses der Varianten 'NPK' und 'KSS' mit signifikanten Unterschieden beim Gipfellaubgewicht klar herausgearbeitet. Wobei der große Unterschied im Wuchs, der auf dieser Fläche zwischen den Varianten 'KSS' und 'NPK' zu erkennen war, mit diesem Parameter nicht herausgearbeitet werden kann. Nach einer längeren „Einwirkdauer“ der Düngemaßnahmen kann somit mit diesem Instrument eine Wuchsveränderung in Teilen dargestellt oder untermauert werden. Aber zur alleinigen Analyse solcher Wuchsunterschiede und von Rückgangerscheinungen, laut den Arbeitshypothesen, kann dieser Parameter nicht herangezogen werden.

4.3.1.4.3 Bewertung des Gipfellaubgewichts auf den Versuchsf lächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

Mit dem Parameter Gipfellaubgewicht werden Wuchsprobleme deutlich aufgezeigt. Besonders bei zunächst gleichartigem Wuchs in der Rebanlage konnte auch in den Versuchsanlagen, die lediglich im Anhang (9.3.3.3.2.7, 9.3.3.4.2.7, 9.3.3.5.2.7) dargestellt werden, latent vorhandene Wuchsprobleme und -depressionen mit diesem Parameter dokumentiert werden. Daher ist dieser Faktor Gipfellaubgewicht sehr wichtig, um solche Wuchsstörungen, die auch gleichmäßig über die ganze Anlage verteilt sind, zu dokumentieren. Aber um direkte lokale Wuchsunterschiede und Rückgangerscheinungen im Hinblick auf die Arbeitshypothesen zu belegen, kann dieses Instrument der Ermittlung von Gipfellaubgewicht nicht dienen. Insgesamt ist das Gipfellaubgewicht aber ein sehr guter Indikator, um eine ganze Rebanlage und den Jahrgangseinfluss (Temperatur, Niederschlag usw.) auf den Gesamtwuchs zu belegen. Dies kann über die Anzahl der Gipfelungen auch besonders gut mit dem durchschnittlich geernteten Gipfellaubgewicht vollzogen werden. Damit ist die Einordnung in Abhängigkeit besonders vom Witterungsverlauf oder der Situation hinsichtlich der Bewertung von Rückgangerscheinungen mit diesem Parameter gut möglich.

4.3.1.5 Die Chlorophyllmessung als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Die Chlorophyllmessung in Zusammenhang mit einem N-Tester auf der Basis der Chlorophyllfluoreszenzmessung wurde von den Autoren EHRlich, M. (1999), FOX & FRISCH (1997), GRUBER (1997), HAMBACH & LOOSEN (1992), IACONO & SOMMER (1999), LINSMEIER (2007), RUPP ET AL. (1999) und SEITER (2000) beschrieben, durchgeführt und bewertet. So zeigen SEITER (2000), ZIEGLER (2002B) und RUPP ET AL. (1999), dass die N-Tester-Werte, auch in den Grafiken der Arbeit Vergleichswerte genannt, mit der N-Versorgung der Reben sowie mit der grünen Farbintensität der Rebblätter korrelieren. In diesem Zusammenhang zeigen EHRlich, M. (1999), HAMBACH & LOOSEN (1992), GRUBER (1997), dass die Helligkeit der Blätter, gemessen mit dem N-Tester, mit den Chlorophyllgehalten der Blätter und den Photosyntheseraten korreliert. Darüber hinaus korreliert laut SEITER (2000) der N-Gehalt der Blätter sehr gut mit den Chlorophyllvergleichswerten des N-Testers. Zudem fanden RUPP & FOX (1998) einen engen Zusammenhang zwischen den gemessenen Chlorophyllvergleichswerten und dem Wuchs der Reben. In diesem Zusammenhang zeigt GLYNN (2004), dass die Chlorophyllfluoreszenz möglicherweise als Kriterium herangezogen werden kann, um die Pflanzenvitalität und das zukünftige

Wachstum bei Laubgehölzen zu bestimmen. In Anlehnung und Erweiterung zu diesen Untersuchungen zeigen CIFRE ET AL. (2005), dass eine erweiterte Chlorophyllfluoreszenzmessung als zukünftige Möglichkeit zur Bewässerungssteuerung (CIFRE ET AL. (2005), HERMEN ET AL. (2008)) gelten kann, weil mit dieser Methode laut den Autoren der Wasserstatus der Rebe gut beschrieben werden kann. Das der indirekt oder direkt gemessene Chlorophyllgehalt somit den Wuchszustand der Rebe aus verschiedenen Sichtweisen beschreiben kann, zeigen diese Arbeiten sowie auch die Arbeit von CANDOLFI-VASCONCELOS & KOBLET (1991). Die Autoren zeigen, dass der Chlorophyllgehalt bei entblätterten Reben höher ist und die Seneszenz der verbliebenen Blätter durch die Entblätterung verringert wird. CANDOLFI-VASCONCELOS & KOBLET (1991) zeigen auf, dass die Seneszenz der Blätter mit fallendem Chlorophyllgehalt dokumentiert werden kann. Besonders in den späteren Wuchsphasen der Rebe beispielsweise bei der Veraison oder zum Zeitpunkt der Lese kann somit dieser Faktor der Seneszenz und der abnehmenden Chlorophyllgehalte von besonderem Interesse sein. Um den unterschiedlichen Ernährungszuständen und Nährstoffentzügen der Rebe in Abhängigkeit ihrer Entwicklungsstadien Rechnung zu tragen, wurden die drei markanten Messtermine Blüte, Veraison und Lese in der Versuchsanlage gewählt. Insgesamt wird deutlich, dass mit der engen Korrelation der Stickstoffversorgung der Rebe und den Chlorophyllvergleichswerten, die bisher aufgezeigten Arbeiten auch eine Korrelation zum Wuchsverhalten der Reben aufzeigen können. Deshalb wurde dieses Messverfahren innerhalb dieser Arbeit angewendet, um für das Wuchsverhalten auch die verschiedenen Düngevarianten zu dokumentieren. Das Ziel beim Einbezug dieses Messparameters bestand darin, über die aufgezeigte enge Korrelation zu dem Wuchs der Reben einen Rückschluss auf die Rückgangerscheinungen und um Aussagen hinsichtlich der Arbeitshypothesen treffen zu können.

4.3.1.5.1 Der Parameter Chlorophyllvergleichswert auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Innerhalb beider Versuchsjahre wies die Variante 'KSS' gegenüber den anderen Varianten die signifikant höchsten Chlorophyllvergleichswerte auf der Versuchsfläche Geisenheim auf, gefolgt von der organischen Variante (Abb. 3312-15, Abb. 3312-16). Die 'Kontrolle' zeigte sich innerhalb beider Versuchsjahre immer als schwächste Variante hinsichtlich der Chlorophyllvergleichswerte aus. Der Chlorophyllgehalt korreliert somit mit dem Ernährungszustand der Reben, der auch durch die Blattanalysen (ZIEGLER (2002A)) in dieser Weise dokumentiert wird (Abb. 3311-7, Abb. 3311-8, Abb. 3311-9).

Die Beeinflussung des Ernährungszustands, besonders hinsichtlich der Stickstoffversorgung durch die Düngemaßnahmen, kann somit auf der Versuchsfläche Geisenheim signifikant belegt werden. Der Chlorophyllgehalt zeigt an, inwieweit die Rebe in der Lage ist, die für den Stoffwechsel unbedingt notwendige Energie, insbesondere für die energieübertragenden Enzyme, bereit zu stellen (MARSCHNER (1995), MENGEL (1991)). Blätter mit erhöhtem Chlorophyllgehalt haben tendenziell ein höheres Energieaneignungsvermögen und somit wird der Energiestatus der Pflanze oder die potenzielle Leistungsfähigkeit dokumentiert. Die Chlorophyllgehalte korrelieren direkt mit dem Ernährungszustand der Reben, der vor allem auch durch die Düngemaßnahmen beeinflusst wird. Neben solchen Greening-Effekten durch spezielle Nährstoffe und Wirkstoffe (KÖHLE ET AL. (2000)), die aber nur einen höheren Chlorophyllgehalt induzieren oder dessen Abbau verzögern, sind eigentlich nur die Ernährungszustände der Rebe die entscheidenden Einflussfaktoren. Im Vordergrund steht hier vor allem die Stickstoffernährung. Deshalb wurde zur Chlorophyllmessung der N-Tester eingesetzt, weil hier direkte Korrelationen vorliegen zum N-Ernährungszustand der Rebe (SEITER (2000)). Darin begründen sich auch die hohen Werte bei der Variante 'KSS', die durch eine kontinuierliche Nachlieferung von Stickstoff auch im späteren Vegetationsverlauf durch die Cyanamidformulierung der N-Komponente dieses Düngers (SCHILLING (2000)) immer ausreichend Stickstoff zur Verfügung stellt. Die deutlich höheren Stickstoffgehalte bei der Bodenanalyse im Frühjahr 1999 der Variante 'KSS' (**Abb. 3311-3**) gegenüber den anderen Varianten stehen damit im Einklang. Die Variante 'Organisch' müsste aufgrund einer möglichen hohen N-Fixierung durch das eingebrachte Sägemehl, das ein sehr weites C/N-Verhältnis aufweist (KATHAN & PÜSCHEL (2015)), sehr niedrige Stickstoffgehalte und somit Chlorophyllwerte aufzeigen. Es zeigt sich aber, gestützt durch die Chlorophyllgehaltsvergleichswerte (3312-15, 3312-16), dass durch eine bessere Wasserversorgung das ausreichend zur Verfügung stehenden Stickstoffdepot (**Abb. 3311-3**) besser genutzt werden kann. Reine Düngungen auf Basis von NPK-Düngern scheinen teilweise nicht die hohen Chlorophyllwerte zu erreichen, weil die Düngegaben von Nitrat-Auswaschungen im Boden betroffen sind durch die einmalig hohe Gabe an Stickstoff. Damit war die kontinuierliche Zuführung von Stickstoff auf Basis der NPK-Dünger, im Gegensatz zur Düngung mit Kalkstickstoffdüngern, welche eine langsam fließende N-Komponente aufweist, in der Variante 'NPK' nicht gegeben. Trotzdem zeigt die 'NPK'-Variante durch die Chlorophyllvergleichswerte an (3312-15, 3312-16) immer noch eine verbesserte Ernährungssituation gegenüber der 'Kontrolle'. Die Zuführung von Stickstoff ist immer noch erhöht

gegenüber der Variante 'Kontrolle'. Insgesamt zeigt sich aber, dass die Blattanalysen beim Stickstoffgehalt immer ausreichende Versorgungsstufen bis hin zu Luxusversorgungen, besonders bei den ersten beiden Messterminen (Blüte, Veraison), aufzeigen (**Abb. 3311-7, Abb. 3311-8**). Die Wuchsdifferenzierung auf dieser Fläche anhand der ersten beiden Beprobungsterminen durch die Blattanalyse wäre demnach nicht zu leisten. Die gleichartige Anzeige der unterschiedlichen zuvor aufgeführten Wuchs- und Ernährungsunterschiede der Versuchsvarianten durch die Werte des N-Testers an allen drei Beprobungsterminen während der Vegetationsperiode (Blüte, Veraison, Lese), korreliert nicht an den ersten beiden Probeterminen mit den Blattanalysenwerten für den Stickstoff. Beim dritten Beprobungstermin zur Lese, der besonders auch bei der Blattanalyse die gesamten Makronährstoffentzüge der gesamten Vegetationsperiode in einer integrativen Art dokumentiert, werden die Relationen zur Blattanalyse wiederum deutlicher. Die schlechtere Versorgung der Variante 'Kontrolle' kann bei der Blattanalyse besonders im Jahr 1998 nachvollzogen werden (**Abb. 3311-9**). Wobei die Differenzierung, die bei der Chlorophyllmessung und der Wuchsanalyse zwischen den Varianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' in beiden Versuchsjahren hergestellt werden kann, bei der Blattanalyse hinsichtlich des Stickstoffgehalts nicht nachvollzogen werden kann. Die annähernd parallele Bewertung des Wuchses durch die Wuchsanalyse und den Chlorophyllgehalt auf der Versuchsfläche Geisenheim und die Erklärung der Veränderungen und Unterschiede durch Boden und Blattanalysen sowie ursächlich durch die Düngemaßnahmen, lassen den Schluss auf Basis der Arbeitshypothese a. zu, dass die aufgezeigten Unterschiede nicht auf den hohen Reblausbefall innerhalb dieser Rebanlage zurückzuführen sind. Trotz starken Befalls weist die Rebanlage eine hohe Wuchskraft auf, dies belegen vor allem auch die Chlorophyllgehalte. Ein ursächlicher Zusammenhang zum Reblausbefall ist daher nicht herzustellen. Insgesamt ist aber anzumerken, dass die Chlorophyllvergleichswerte nicht nur oder unbedingt in direkter alleiniger Korrelation zum Stickstoffgehalt der Blätter stehen, wie es SEITER (2000) anführt. Die Messung der Chlorophyllgehalte folgt eher dem Ansatz von GLYNN (2004), der angibt, dass mit dieser Messart eher die Vitalität und der Wuchs von Laubgehölzen im Sinne eines integrativen Ansatzes unter Berücksichtigung des Gesamternährungszustands abgebildet werden kann. Die Möglichkeit, in diesem Fall mit einem geringen Stichprobenumfang ($N = 20$) annähernd eine Versuchspartizelle im Wuchs zu beschreiben, lässt diesen Parameter als besonders wertvoll für die Beschreibung der Wuchssituation auf dieser Fläche erscheinen. Deutlich wird die gute Beschreibung des Wuchsverhaltens auch innerhalb der Vegetationsperioden durch den

ablesbaren Abfall der Chlorophyllvergleichswerte zur Lese hin. Damit wird die Seneszenz der Blätter aufgezeigt und die damit verbundene Auslagerung von Blattnährstoffen zu diesem Entwicklungsstadium belegt. Diesen Zusammenhang des Abfalls des Chlorophyllgehalts zur Seneszenz bei Reben belegen auch CANDOLFI-VASCONCELOS & KOBLET (1991).

Obschon auch noch teilweise deutliche Unterschiede zur Wuchsanalyse vorherrschen, kann auf solch einer äußerst homogenen Fläche wie der in Geisenheim von einem guten Erklärungsansatz des Wuchses durch die Chlorophyllvergleichswertmessung ausgegangen werden. Gleichfalls kann aber solch eine Teilerhebung immer nur eine durchschnittliche Bewertung einer Fläche darstellen. Die innere Differenzierung von lokalen Wuchsunterschieden und Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothese a. und b.) kann mit solch einem System, auch schon aus probetechnischen Gründen, nur schwerlich erfolgen. Bei stärkeren Wuchsunterschieden innerhalb einer Versuchsparzelle oder -variante sind somit größere Fehlerquellen gegeben.

4.3.1.5.2 Der Parameter Chlorophyllvergleichswert auf der Versuchsfäche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Der Chlorophyllgehalt auf der Versuchsfäche Kiedrich 1 zeigt im Versuchsjahr 1998 parallel zur Analyse der Triebblängen und des Gipfellaubgewichts deutlich geringere Werte bei der Variante 'Kontrolle' gegenüber den anderen Versuchsvarianten auf (**Abb. 3322-15**). Damit wird zunächst eine sehr schlechte Stickstoffversorgung dieser Variante dokumentiert, da ein direkter Zusammenhang zwischen der Stickstoffversorgung und dem Chlorophyllgehalt vorherrscht (SEITER (2000)). Dieses Ergebnis korreliert aber nur mit der schlechten N-Versorgung der Blätter (**Abb. 3321-9**). Zur Blüte hin konnten auch noch weitere Unterschiede zwischen den Düngevarianten bei der Blattanalyse hinsichtlich der N-Versorgung festgestellt werden. Da zu diesem Zeitpunkt eher der Stickstoff aus dem Pool des Rebstocks selbst bestritten (LÖHNERTZ ET AL. (1989A, B)) und nicht aus dem Boden bezogen wird, spricht das für eine unterschiedliche Versorgung der Rebstöcke mit Stickstoff in den Vorjahren innerhalb dieses Versuches. Die Wuchsanalyse im Jahr 1997 (**Abb. 3323-1a, Abb. 3323-1b**) belegt diese unterschiedlichen Ausgangssituationen besonders auf der Variante 'Kontrolle'. Wohingegen die Variante 'Organisch' zur Blüte schon signifikant höhere Werte beim Chlorophyllgehalt zeigte. Gegenüber der Variante 'NPK' konnte bei den späteren Probeterminen (Veraison, Lese), bei denen offensichtlich genügend Stickstoff durch die Düngemaßnahmen vorhanden war, daher keine

Unterschiede mehr festgestellt werden. Es konnte somit in der späteren Vegetationsphase eine ausreichende Aneignung von N erfolgen. Der Chlorophyllgehalt zeigt somit auch im ersten Versuchsjahr auf dieser Versuchsfläche nur die extremen Wuchsunterschiede gegenüber der Variante 'Kontrolle' an. Diese Unterschiede werden aber sehr deutlich und klar mit diesem sehr schnellen Analysesystem (N-Tester) ermittelt. Insgesamt würde deshalb aber ein alleiniges Vertrauen auf dieses Messinstrument nicht zielführend im Sinne der Arbeitshypothesen sein, weil die Wuchsunterschiede oder eventuelle Rückgangerscheinungen nicht umfassend dargestellt werden können. Die Ermittlung der Chlorophyllvergleichswerte kann aber Untersuchungen zur Wuchsbewertung und Analyse von Rückgangerscheinungen laut der Arbeitshypothesen a. und b. auch wegen der guten Handhabbarkeit des Messverfahrens unterstützen.

Im zweiten Versuchsjahr 1999 können die bestehenden Unterschiede im Wuchs zwischen den Varianten mit der Chlorophyllmessung deutlicher dargestellt werden. Insgesamt korrelieren die Messergebnisse auch mit den zu ermittelten Werten der Blatt Nährstoffen beim Stickstoff. Der deutlich schlechtere Wuchs der 'Kontrolle' im Jahr 1999 (**Abb. 3323-1a, Abb. 3323-1b**) kann auch mit den extrem niedrigeren Werten bei den Chlorophyllvergleichswerten, z.B. beim Probetermin zur Lese (**Abb. 3322-16**) mit einem Chlorophyllvergleichswert von 266 für die Variante 'Kontrolle' gegenüber einem durchschnittlichen Chlorophyllvergleichswert von 340 für die übrigen Varianten, dokumentiert werden. Nach der Etablierung des Versuchs im zweiten Versuchsjahr 1999 können auch die Wuchsunterschiede zwischen den Düngewarianten mit dieser Methode gut dargestellt werden. Die Variante 'KSS' zeigt einen intermediären Wuchs (**Abb. 3323-1a, Abb. 3323-1b**) gegenüber den Varianten 'NPK' und 'Organisch', dies wird auch durch die signifikanten Unterschiede bei der Chlorophyllgehaltsmessung belegt. Die Varianten 'NPK' und 'Organisch' ähneln sich sehr stark in der positiven Wuchsentwicklung (**Abb. 3323-1b**) und können daher auch bei der Chlorophyllgehaltsmessung an allen drei Untersuchungsterminen signifikant nicht unterschieden werden. Nach der Etablierung eines Versuchs kann somit der Chlorophyllgehalt sehr gut als Indikator für den Wuchs einer Rebanlage herangezogen werden. Damit wird wiederum belegt, dass der Ernährungszustand der Reben, die Bewirtschaftungsmaßnahmen und die Bestandsführung einen wesentlichen Einfluss auf das Wuchsverhalten der Reben haben (Arbeitshypothese b.) und nicht unbedingt der Reblausbesatz (Arbeitshypothese b.) innerhalb dieser Anlage. So können Wuchsdepressionen, wie sie in der 'Kontrolle' auch durch den Chlorophyllgehalt aufgezeigt wurden, trotz hohem Reblausbesatz mit den geeigneten Maßnahmen (Düngung,

Humuseinsatz, Bestandsführung) zu einem normalen Wuchs zurück überführt werden. Damit wird die Arbeitshypothese b. durch die Ergebnisse in dieser Rebanlage belegt.

4.3.1.5.3 Bewertung der Chlorophyllvergleichsmessungen auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wachses der Reben

Insgesamt kann gesagt werden, dass die Chlorophyllgehaltsmessung den Wuchs einer Rebanlage, besonders auf der Basis der Stickstoffversorgung, gut beschreiben kann, sofern eine Etablierung der Versuchsvarianten erfolgt ist. Dies wird durch die beiden diskutierten Versuchsflächen Geisenheim (Kap. 3.3.1.2.8) und Kiedrich 1 (Kap. 3.3.2.2.8) verdeutlicht und durch die im Anhang zusätzlich dokumentierten Versuchsflächen Kiedrich 2 (Kap. 9.3.3.3.2.8), Rüdesheim (Kap. 9.3.3.4.2.8) und Eltville (Kap. 9.3.3.5.2.8) erhärtet.

Weiterhin wird deutlich, dass im zweiten Versuchsjahr die Wuchssituationen auf einer Rebanlage mittels Chlorophyllgehalt sehr gut dargestellt werden können, wohingegen im ersten Jahr die Wuchssituationen auf der Rebanlage nach Etablierung des Versuches nicht genau dargelegt werden können. Dafür spricht die Tatsache, dass die Chlorophyllmessung dafür geeignet erscheint, ein ausbalanciertes System zu beschreiben, aber bei Veränderungen erst nach Einstellung der Balance wieder herangezogen werden kann, um den Wuchs auf einer Anlage zu beschreiben. Dabei stellt sich natürlich die Frage, wie solch ein Messverfahren auf extreme Witterungsereignisse, wie die der Ausnahmejahre 2003 und 2006 (GRUBER & SCHULTZ (2007)) reagiert? In solchen Jahren liegt keine ausbalancierte Situation vor, sodass eine Chlorophyllmessung kaum den wirklichen Wuchsstatus einer Rebanlage abbilden kann. Laut dem PIK-Report 106 (STOCK ET AL. (2007)) werden diese Extremjahre hinsichtlich der bisherigen üblichen Witterungssituation für den Weinbau innerhalb der Wachstums- und Reifephase von Reben in den nächsten Dekaden durchschnittlich alle 2 Jahre stattfinden, sodass in Zukunft unter verschiedenen Aspekten zur Erhaltung der Qualität auch verstärkt automatisch-optisch Traubensortiermaschinen eingesetzt werden müssen (PORTEN & HUBER (2007D), PORTEN ET AL. (2008A,B,C), LIPPS ET AL. (2009A,B), SCHOLTEN ET AL. (2009), PORTEN ET AL. (2010A,B), FELTES & PORTEN (2011A,B,C), FELTES & PORTEN (2013A,B), PORTEN, & FELTES (2013A,B,C,D,E,F), PORTEN & JUNG (2014C), PORTEN & FELTES (2014A,B), FELTES & PORTEN (2015A,B), FELTES ET AL. (2015), FELTES & PORTEN (2016), ROSCH, & PORTEN (2018A,B)). Die Prognose des PIK-Report hat sich nicht nur in 2018, sondern auch in vorherigen Extremjahren wie 2013 und 2014 und weitere Extremjahre in dieser Dekade

bestätigt (PORTEN & REGNER (2014 C,D,E), PORTEN & REMKE (2018A)). Damit ist fraglich, ob dieses Instrument überhaupt eingesetzt werden kann, um den Wuchs einer Parzelle, wenn auch eingeschränkt als Durchschnittsfunktion, heranzuziehen. Dabei wird deutlich, dass eine Rückgangerscheinung im Sinne der Arbeitshypothesen ein kurzfristiger oder auch langfristiger Prozess sein kann, der zumindest bei den kurzfristigen Veränderungen nicht mit dem System der Chlorophyllmessung abgebildet werden kann. Bei langfristigen Veränderungen ist die Aussage dieser Methode nur eingeschränkt zu verwenden und muss durch andere Untersuchungen unterstützt werden. Deshalb dient dieses Messinstrument dazu, Wuchsentwicklungen auf einer Fläche neben der Wuchsanalyse im Sinne der Detektion von Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothese a. und b.) zu unterstützen und zu belegen. Daher sollte eine Wuchsanalyse auch immer mit einer Chlorophyllmessung zu den drei markanten Messterminen (Blüte, Veraison, Lese) unterstützt werden.

4.3.1.6 Die Beeren- und Traubenparameter als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Zu den Beeren- und Traubenparametern zählen das Einzeltraubengewicht, das 100-Beeren-gewicht und die Beerenzahl pro Traube. Diese Parameter beschreiben die generative Leistungsfähigkeit der Rebanlage und sind somit eng verknüpft mit der Wuchsleistung der Versuchsparzelle und damit auch mittelbar verbunden mit den Rückgangerscheinungen laut den Arbeitshypothesen.

In diesem Zusammenhang zeigen KIEFER & WEBER (1976) die Auswirkungen von unterschiedlichen Stockbelastungen auf die generative Leistung der Rebsorte Weißer Riesling. Dahingegen zeigen MURISIER & ZUFFEREY (2003), MURISIER & ZUFFEREY (2006) und MURISIER (2007), dass die Stockbelastung keinen Einfluss auf das Einzelbeeren-gewicht, die Augenfruchtbarkeit, das Schnittholzgewicht oder die Mostzusammensetzung hat. Damit scheinen diese Trauben- und Beerenparameter nicht dazu zu dienen, durch verschiedene Belastungsniveaus ausgelöste Wuchsunterschiede oder Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothesen) zu dokumentieren. Doch kann die fehlende Reaktion dieser Parameter auf eine unterschiedliche Belastung des Rebstocks aufgrund unterschiedlicher Stand-räume bei gleichem Anschnittniveau pro Flächeneinheit nicht dazu führen, diesen Parameter als nicht geeignet zu bezeichnen um durch diese Belastungsunterschiede ausgelöste Wuchsunterschiede, zu beschreiben. So zeigen MURISIER & ZUFFEREY (1996), dass die Verringerung der Triebzahl pro Rebstock eine Erhöhung der Augenfruchtbarkeit, des

Traubengewichts und des Gipfellaubgewichts hervorbringen. Die Triebzahl am Rebstock hat somit einen stärkeren Einfluss auf das Einzeltraubengewicht und stellt somit durch ihre unterschiedlich hohen Belastungsniveaus einen starken Einfluss auf die Wachstumsleistung der Rebe dar. In Erweiterung dieses Zusammenhangs zeigen REYNOLDS ET AL. (1994B), dass höhere Triebzahlen pro laufendem Meter Zeilenlänge und eine höhere Traubenzahl pro Trieb das Traubengewicht, die Beerenzahl pro Traube und das Einzelbeeregewicht reduzieren. Damit wird verdeutlicht, dass ein eindeutiger Einfluss der Stockbelastung in Form von vegetativer und generativer Belastungsformen auf die Beeren- und Traubenparameter gegeben ist. Zumal auch hinsichtlich der Trauben- und Beerenparameter MURISIER ET AL. (1986) zeigen, dass eine Ertragsreduzierung zur Erhöhung der Einzelbeeregewichte führt. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Wachstumsleistung und den generativen Leistungsmerkmalen der Trauben- und Beerenparameter ist somit gegeben. Darüber hinaus wirken aber auch andere Faktoren, wie die Art der Begrünung, auf die Trauben- und Beerenparameter ein. So zeigen RUECKERT ET AL. (1994), dass Begrünungen mit Gras zur Reduzierung des Schnittholzgewichts, des Ertrags der Beerenanzahl pro Traube aber nicht zur Reduzierung des Mostgewichts führen. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Wuchsreduzierung durch ein verknüpftes Wasser- und Nährstoffangebot, in Folge der Etablierung einer Begrünung mit Gras scheint somit gegeben zu sein. Daher stellt die im ökologischen Weinbau (KAUER & KIEFER (1995), PORTEN & HUBER (2004B,C,F), PORTEN ET AL. (2004), FADER & PORTEN (2004), PORTEN & HUBER (2005B)) die Begrünung und nicht die Begrasung eine entscheidende Säule für die Nährstoffversorgung auf der Basis einer Kreislaufwirtschaft (KÜSTER (2005)) dar. Hinsichtlich der Nährstoffversorgung können auch BHANGOO ET AL. (1988) zeigen, dass durch Humusgaben der Makronährstoffgehalt (N, P, K) in Blattstielen stark ansteigt. Wobei dieser starke Anstieg der Makronährstoffe in den Blattstielen zur starken Erhöhung des Traubengewichts, der Traubenzahl pro Rebe und der Einzelbeeregröße innerhalb dieses Versuches führt. Dabei konnten diese Effekte innerhalb von 2 bis 3 Jahren nach der Applikation der organischen Substanz auf den Versuchsfeldern festgestellt werden. Dies spricht für eine höhere Nährstoff-Fracht, die durch die Humusgabe in den Weinberg eingebracht wurde. In diesem Zusammenhang gibt ZIEGLER (2007) auch aus langjähriger Erfahrung und unter Einbezug der Ergebnisse von BHANGOO ET AL. (1988) an, dass bei einer Humusdüngung nicht mehr als der dreifache Jahresbedarf ZIEGLER (1991) an pflanzenverfügbarem Stickstoff (Entzug) ausgebracht werden soll. Somit sind die nährstoffgebundenen Einflüsse bei der Bewertung von Wuchsveränderungen auf der Basis von

Trauben- und Beerenparametern zu berücksichtigen, besonders vor dem Hintergrund, dass, wie KELLER ET AL. (1999) zeigen, durch eine erhöhte Stickstoffdüngung auch das Einzelbeerengewicht ansteigt. Damit liegt auch ein Einfluss der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Qualität vor (KLASSE (1997)). Darüber hinaus müssen auch die für perennierenden Kulturen eigentypischen Einflussgrößen nicht nur hinsichtlich der Ernährungssituation beachtet werden. So zeigt KOBLET (1985B), dass die Lichtintensität im Juli als entscheidender Faktor für die Infloreszenzanzahl und das Einzelbeerengewicht im Folgejahr anzusehen ist. Diese jahresübergreifenden Effekte zeigen, dass eine langfristige Betrachtung der Wuchseffekte unbedingt notwendig ist, auch um Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothese richtig bewerten zu können. Weiterhin wird deutlich, dass eine durch solche Effekte ausgelöste Variabilität keine Aussage über die absolute Höhe der Trauben- und Beerenparameter im Vergleich zwischen Jahren und Versuchsstandorten zulässt. Inwieweit die hohe Variabilität bei der Gescheinszahl pro Trieb, der Blütenzahl pro Geschein, dem Beerenansatz pro Traube und dem Verhältnis von Gescheinszahl und Blütenzahl pro Geschein laut MAY (2000) auf die Bewertung der Trauben- und Beerenparameter haben, müssen die Analysen der Signifikanzen bei vorgefundenen Unterschieden zeigen. Insgesamt wird aber deutlich, dass die Möglichkeit einer Wuchsbeurteilung auf einem Standort durch die Trauben- und Beerenparameter besteht. Aber es wird auch deutlich, dass diese Parameter wiederum Einflussgrößen ausgesetzt sind, die nur eine Betrachtung der Ergebnisse innerhalb einer einzelnen begrenzten Versuchsfläche erlauben. Deshalb werden die Versuchsflächen auch aufgrund der unterschiedlichen Einflüsse hinsichtlich der Variabilität der Trauben- und Beerenparameter (MAY (2000)) einzeln analysiert.

4.3.1.6.1 Die Beeren- und Traubenparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Die Trauben- und Beerenparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim deuten trotz einiger signifikanter Unterschiede (**Abb. 3312-17**) den homogenen Wuchs auf dieser Fläche an. Die signifikanten niedrigeren Werte für das Traubengewicht und die Beerenzahl pro Traube der Variante 'NPK' gegenüber den Varianten 'Kontrolle' und 'KSS' im Jahr 1998 konnten im Jahr 1999 (**Abb. 3312-18**) bestätigt werden. Die fehlende parallele Entwicklung zu niedrigen Werten bei dem Parameter 100-Beerengewicht sprechen genauso wie die fehlenden Auswirkungen auf die Ertragswerte dafür, dass es sich um einen nicht erklärbaren Messfehler aufgrund der sehr hohen Variabilität der Trauben- und

Beerenparameter (MAY (2000)) handeln muss. Diese geringen Werte bei der Variante 'NPK' korrelieren auch nicht mit einem schwächeren Wuchs auf dieser Teilparzelle. Daher kann dieses Abfallen der Werte beim Traubengewicht und auch der Beerenzahl nicht mit einer schlechteren Ernährungssituation erklärt werden, die vielleicht auch begründet ist in der schlechteren Verfügbarkeit von Stickstoff aufgrund der schlechteren N-Verfügbarkeit von dieser Düngerform. Zu diesem frühen Zeitpunkt der Blüte kann solch ein Effekt im ersten Versuchsjahr nicht auftreten. Weiterhin sprechen die Blattnährstoffgehalte des für den Fruchtansatz entscheidenden Makronährstoffs Phosphor (SCHILLING (2000)) nicht dafür, dass auf dieser Variante 'NPK' eine stärkere Neigung zu geringerem Fruchtansatz vorherrschte. Der Parameter zeigt somit nur eine scheinbare Wuchsdepression auf dieser Variante an, die auch nicht begründet werden kann durch den hohen Reblausbesatz (Arbeitshypothese a.) auf dieser Rebfläche, weil sich die Variante 'NPK' gegenüber den übrigen Varianten in der Reblausbefallsintensität und -häufigkeit (**Abb. 3314-3**) kaum unterscheidet.

Die Analyse der Beeren- und Traubengewichte erlaubt eine Aussage hinsichtlich des Verrieselungsgrades und des Packungsgrades der Trauben (ALLEWELDT & HOFACKER (1975), CURRLE ET AL. (1983)). Gerade die Verrieselung der Beeren kann neben dem jahreszeitlichen Einflussfaktor, der für alle Versuchsvarianten gleichartig ist, ein Indiz sein für Stresssituationen und Wuchsdepressionen (Arbeitshypothese a. und b.) aufgrund von Ernährungsproblemen oder sonstigen Einflüssen durch bodenbürtige Probleme oder Schädlinge. Wiederum zeigt sich hier erst im zweiten Jahr auch ein Einfluss auf das 100-Beerengewicht bei der organischen Variante. Indirekt kann über die Beerengröße auch auf den allgemeinen Wasserstatus in dem Versuchsjahr zurückgeschlossen werden. Die Unterschiede innerhalb des zweiten Versuchsjahres hinsichtlich der Beerengröße (**Abb. 3312-18**) bei der Variante 'Organisch' kann hierauf zurückgeführt werden. Insgesamt zeigt die Problematik bei der Variante 'NPK' im ersten Versuchsjahr sowie durch die Humusdüngung bedingten höheren Beerengewichte im zweiten Versuchsjahr, dass diese Trauben- und Beerenparameter nicht dazu dienen können, differenzierte Wuchsbewertungen auf einer Rebfläche leisten zu können. Diese Parameter dienen eher zur Unterstützung von Aussagen hinsichtlich einer Veränderung, die durch eine Düngemaßnahme ausgelöst wurde, können aber Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen nicht belegen. Die hohe Variabilität wird auch durch die mittleren Traubengewichte aller Varianten dokumentiert, die im ersten Versuchsjahr bei 102 g/Traube (**Abb. 3312-17**) lagen und im zweiten, wesentlich feuchteren Versuchsjahr 1999 (siehe Anhang Kap.

9.2.5.2) bei 171 g/Traube (**Abb. 3312-18**) lagen. Unabhängig von dieser hohen Variabilität der Parameter, die schon von MAY (2000) beschrieben wurde, geben auch die Autoren MÜLLER ET AL. (1999) an, dass das mittlere Traubengewicht zwar stärkeren Schwankungen unterliegt, aber im Bereich von 100 g/Traube bei der Rebsorte Weißer Riesling liegt. Die Autoren ANNOYM (2006), STEINBERG ET AL. (2000) und GAUBATZ (2006) geben ein Traubengewicht von 90 bis 120 g/ Traube an. Der sehr hohe Wert von 171 g im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Geisenheim zeigt deutlich die Vitalität und Wuchskraft dieser Rebanlage trotz sehr hohen Reblausbesatzes an (**Abb. 3314-1, Abb. 3314-2, Abb. 3314-3, Abb. 3314-4, Abb. 3314-5, Abb. 3314-6**). Von einer Wuchsreduzierung aufgrund des Reblausbesatzes kann somit auf dieser Rebfläche in Geisenheim nicht gesprochen werden. Damit kann in einem ersten Teilschritt auf dieser Fläche die Arbeitshypothese a. belegt werden.

4.3.1.6.2 Die Beeren- und Traubenparameter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Die Beeren und Traubenparameter zeigen im ersten Versuchsjahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 nicht so deutliche Wuchsdepression und Ernährungsprobleme an, wie sie aufgrund der schlechten Ernährungssituation und der gleichzeitigen Überlastung durch den hohen Anschnitt auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' zu erwarten gewesen wären. Lediglich das Traubengewicht auf der Variante 'Kontrolle' (**Abb. 3322-17**) liegt deutlich unter den Werten der Düngervarianten. Bei einem sehr hohen Ertrag, der durch den hohen Anschnitt auf der Versuchsfläche 'Kontrolle' (siehe Kap. 4.3.1.1.2) verursacht wurde, ist dieser Effekt zu erwarten und ist fast ausschließlich diesem Umstand geschuldet. Die sehr hohen Einzeltraubengewichte, die im Versuchsjahr 1998 durchschnittlich bei 142 g/Traube für alle Varianten lagen, verdeutlichen die Neigung des auf diesem Versuchsfeld verwendeten Mariafeld Klons zur Bildung von sehr großen Trauben (PORTEN, M. (2001), PORTEN, M. (2003), PORTEN, M. (2004A)). So geben die Autoren MÜLLER ET AL. (1999) für Spätburgunder-Trauben ein mittleres Traubengewicht von 120 g/Traube an. Wohingegen GAUBATZ (2006) ein mittleres Traubengewicht für die Rebsorte Blauer Spätburgunder von 120 bis 150 g/Traube angibt. Insgesamt zeigen diese sehr hohen Einzeltraubengewichte aufgrund des vorherrschenden Klons bei einem tendenziell trockeneren Jahr 1998 (siehe Anhang Kap. 9.2.5.2), dass eine sehr hohe Stockbelastung der Rebstöcke vorlag. Die potenzielle Wüchsigkeit auf diesem Standort ist somit sehr hoch einzuschätzen, aber eine differenzierte Analyse der Wüchsigkeit auf den einzelnen Versuchsflächen ist mit diesem Parameter, in Anlehnung an den vorherrschenden Wuchs auf

dieser Rebfläche, damit nicht möglich. Rückgangerscheinungen zur Analyse der Arbeitshypothesen a. und b. können somit mit diesem Parameter nicht detektiert werden. Ansonsten sind keine größeren Einflüsse auf den Wuchs durch die Analyse dieses Leistungsparameters auf dieser Versuchsfläche im Jahr 1998 zu belegen. Allenfalls wird eine leichte Tendenz bei den erhöhten Werten der 'NPK' Variante ersichtlich. Insgesamt kann somit dieser Parameter nicht herangezogen werden, um Wuchsunterschiede oder Einflüsse von Düngungsmaßnahmen auf die Gesundheit der Reben zu analysieren. Besonders im frühen Analysebereich nach Applikation von Düngemaßnahmen, scheinen diese Parameter ungeeignet zu sein, um Wuchsunterschiede und Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothese a. u. b) belegen zu können.

Im zweiten Versuchsjahr werden die Unterschiede zwischen den Varianten trotz gleicher Ausgangslage beim Anschnitt deutlich. Beim Traubengewicht, 100-Beerengewicht sowie bei der Beerenanzahl lag die Variante 'Kontrolle' in 1999 wesentlich unterhalb den Werten der anderen Varianten. Diese geringen Traubengewichte bei der Variante 'Kontrolle' mit knapp 167 g/Traube (**Abb. 3322-18**) gegenüber durchschnittlich 212 g/Traube bei den anderen Düngevarianten wirken sich im direkten Zusammenhang auf den stark reduzierten Gesamtertrag auf der Variante 'Kontrolle' im Jahr 1999 (**Abb. 3322-22**) gegenüber den anderen Varianten ('NPK', 'KSS', 'Organisch') aus. Insgesamt sind die Werte für das Traubengewicht, das 100-Beerengewicht und die Beerenanzahl gegenüber dem vorhergehenden Jahr 1998 sehr stark erhöht. Dies ist begründet in dem höheren Wasserangebot, das im Jahr 1999 (siehe Anhang 9.2.5.2) zur Verfügung stand. Die sehr hohen Traubengewichte von über 200g/Traube, die auf den Düngevarianten festgestellt werden konnten, sind ungewöhnlich für die Rebsorte Blauer Spätburgunder. Wohingegen MÜLLER ET AL. (1999) nur 120 g für eine durchschnittliche Traube dieser Rebsorte angeben, zeigen die ermittelten Werte die sehr starke Wüchsigkeit und das Potenzial auf dieser Versuchsparzelle an. Zum Teil sind diese sehr hohen Werte für das Traubengewicht und die Beerengröße natürlich der Tatsache geschuldet, dass der Mariafeld-Klon, der hier auf dieser Parzelle verwendet wurde, sehr große walzenförmige Trauben (PORTEN, M. (2001), PORTEN, M. (2003), PORTEN, M. (2004A)) aufweist. Im zweiten Versuchsjahr zeigen die Trauben- und Beerenparameter (**Abb. 3322-18**) deutlich die Wuchsveränderungen (**Abb. 3323-1a u. b.**), welche auf dieser Fläche vorzufinden sind, an. Dieser Zusammenhang wird dadurch verdeutlicht, dass auch der sehr gute Wuchs in den Varianten 'NPK' und 'Organisch' mit den höheren Werten bei diesen drei Traubenparametern signifikant korreliert. Die intermediäre Position der Variante 'KSS' wird auch signifikant bei diesen

Parametern belegt. Die „stärkste“ Position beim Wuchs, die von der Variante 'Organisch' eingenommen wird, kann auch durch die ermittelten signifikanten Unterschiede untermauert werden. Bei der Etablierung von Einflussfaktoren durch die Düngermaßnahmen im zweiten Jahr, dienen diese Traubenparameter sehr gut zu Erhärtung von Wuchsunterschieden und der Erklärung von Ertragsunterschieden auf dieser Versuchsfläche.

4.3.1.6.3 Bewertung Traubenparameter auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

Durch die dargestellten Versuchsflächen Geisenheim (4.3.1.6.1) und Kiedrich 1 (4.3.1.6.2) und die Versuchsflächen, die nur im Anhang (9.3.3.3.2.9, 9.3.3.4.2.9, 9.3.3.5.2.9,) dargestellt werden, konnte deutlich aufgezeigt werden, dass durch die Traubenparameter Wuchsentwicklungen belegt werden können die durch stärkere Düngemaßnahmen oder Bewirtschaftungsmaßnahmen provoziert wurden. Deutlich wurde auch, dass dadurch nur ein erklärender Ansatz in Zusammenhang mit dem Reblausbefall hinsichtlich der Arbeitshypothese a. erfolgen kann. Aber die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Traubenparameter nicht herangezogen werden können, um den Wuchs einer Rebanlage ausgiebig zu beschreiben und zu dokumentieren. Die Dokumentation oder Bewertung von Rückgangerscheinungen in einer Rebfläche, mit dem Ziel einen Bewertungsansatz für die Arbeitshypothese a. und b. zu finden, kann ebenfalls nicht durch die Traubenparameter geleistet werden. Dabei ist anzumerken, dass diese Traubenparameter sehr wertvolle Ansätze bieten, um Wuchsunterschiede zusätzlich belegen oder erläutern zu können. Damit ist eine verbesserte Validierung des Wuchsbonitursystems, dass zum Test der Arbeitshypothesen herangezogen wird, besser möglich.

4.3.1.7 Die Mostparameter als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Die Bestandsführung hat einen sehr starken Einfluss auf den Wuchs der Reben laut PRIOR (2008A). Bei dem Begriff „Bestandsführung“ werden viele Einzelmaßnahmen zusammengefasst, die im Weinberg durchgeführt werden. Zu diesen Einzelmaßnahmen werden z.B. der Rebschnitt (PORTEN & SCHNEIDER (2004), PORTEN & SCHNEIDER (2005), PORTEN, & WALG (2005)), die Ausdünnarbeiten (PRIOR (2003), PRIOR (2006), PRIOR (2008A)), die Heftarbeiten (PORTEN (2005 C)), die Unterstockbodenpflege (PORTEN & HUBER (2004A,B), PORTEN & HUBER (2004D), PORTEN & HUBER (2005A), PORTEN & HUBER (2007A,C), PORTEN & HUBER (2008), PORTEN ET AL. (2012 A,B,C), REGNERY (2013A,B), PORTEN ET AL. (2013), PORTEN & JUNG (2014B), REGNERY & PORTEN (2015A), KLIPPEL-

STAHMANN & PORTEN (2018A,B)), die Bodenbearbeitung (PORTEN (2005 B), PORTEN & HUBER. (2007C), PORTEN, M. & HUBER (2008)), die Tiefenlockerung (PORTEN(2005D)), die Art der Pflanzung (PORTEN(2005A), PORTEN (2005E), PORTEN ET AL. (2010C)), die Art der Jungfeldpflege (PORTEN & HUBER (2004E)), die Art der Erziehung (HAFNER ET AL. (1999), PORTEN & TREIS (2006A,B), PORTEN ET AL.(2007A), PORTEN & TREIS (2009), PORTEN ET AL. (2009)), die Bewässerungssteuerung (PORTEN ET AL. (2007B), PRIOR (2008B)), das Stockausbrechen (PORTEN (2007), PORTEN & HUBER (2007B), PORTEN (2008)), die Düngung (ZIEGLER (2002C), PORTEN & REGNERY (2018E,F,G,H,I,J,K)) und der Pflanzenschutz (PORTEN & KOHL (2014A,B), PORTEN & REGNERY (2017F), PORTEN & REGNERY (2018A), PORTEN & STEPHAN (2019A,B,C), PORTEN ET AL. (2019B)) gezählt. Besonders hervor sticht die Maßnahme der Unterstockpflege hinsichtlich der Wasser- und Nährstoffaneignung, diese wird auch durch die Arbeiten von LOVEYS ET AL. (1998) durch das System des „partial rootzone drying“ herausgearbeitet. Dieser Unterstockbereich stellt bei der Rebe eine entscheidende Rolle für die zuvor dargestellten Maßnahmen in Kombination dar. Daher kann festgestellt werden, dass diese Maßnahmen unterschiedlich auf den Wuchs einwirken, auch über die Vegetationsperioden hinweg. Besonders erschwerte Bedingungen liegen in der Steilhangbewirtschaftung bei diesen Maßnahmen (PORTEN (2004B), PORTEN & KOHL (2006), PORTEN & SCHWARZ (2008A,B), PORTEN & KOHL (2010A,B,C), PORTEN ET AL. (2012D), PORTEN & KOHL (2014C), JUNG ET AL. (2015), PORTEN (2015), PORTEN & REGNERY (2017E,H,I,L)) vor. In diesem Zusammenhang zeigt SCHULTZ (1996A), dass die geeigneten Erziehungsarten und Laubarbeiten die Temperatur- und Lichtverhältnisse innerhalb einer Rebanlage verbessern können, sodass die Apfelsäurewerte im Most erniedrigt werden. Die Reife der Trauben und damit auch die „Reife“ des daraus gewonnenen Mostes wird somit nicht nur durch den Lesezeitpunkt laut TROOST (1980) stark beeinflusst, sondern vor allem auch durch die Bestandsführung. Da eine Korrelation zwischen Apfelsäure und Gesamtsäure besteht, kann laut WÜRDIG & WOLLER (1989) durch die Analyse der Gesamtsäure eine Aussage über die Reife gemacht werden. Da die Reife nicht nur durch den Lesezeitpunkt, sondern vor allem durch die Einflüsse der Bestandsführung bestimmt wird, kann bei einer Variation von Düngemaßnahmen auch somit auf die Wuchskraft der Rebanlage geschlossen werden (LINSENMEIER & LÖHNERTZ (2006)). Es gilt auch zu beachten, dass der Säuregehalt durch verschiedene Einflussfaktoren (Düngemenge, Unterlagsart, Erziehungsart usw.) in Beziehung steht zur verfügbaren Menge an Makronährstoffen. So zeigen RÜHL ET AL. (1988), dass eine positive Korrelation zwischen dem Kaliumgehalt des Mostes und dem Most-pH-Wert besteht

(RYSER ET AL. (1989)). Die Pufferwirkung von Kalium lässt bei guter Ernährung der Böden und der Reben die Moste im pH-Wert ansteigen. Höhere pH-Werte im Most korrelieren laut WÜRDIG & WOLLER (1989) mit niedrigeren Säuren, sodass damit eine höhere Reife der Trauben angezeigt wird. Dahingehend zeigen AERNY ET AL. (1999), dass ein starker Einfluss der Kaliumdüngung auf den Kaliumgehalt im Most gegeben ist. So zeigen BULLUCK ET AL. (2002), dass Stallmistgaben auch zu einer starken Erhöhung der K- und Mg-Gehalte im Boden führen. Inwieweit sich diese höheren Makronährstoffgehalte auf die Mostinhaltsstoffe auswirken, kann nur im Einzelfall bei Freilandversuchen gemessen werden, um unter Abwägung der stärksten Einflussfaktoren eine Erklärung beizuführen. So zeigen z.B. INGELS ET AL. (2005), dass Humusdünger in Form von Grünschnitten (BIN (1993)) einen geringen Einfluss auf das Mostgewicht, den pH-Wert und die Säure des Mostes haben. So stellt sich in diesem Fall die Frage, ob es unterschiedliche Einflüsse auf die Mostinhaltsstoffe durch verschiedene Humusdünger (HOFFMANN & KIEFER (1971)) gibt. Weiterhin ist festzuhalten, dass eine Wuchsbeeinflussung durch die Bestandsführung ohne Humusdünger und weitgehender Belassung von Naturbegrünungen und Entzugsdüngungen von 50 kg N/ha auch zu Veränderungen der Mostinhaltsstoffe und Makronährstoffe laut SEITER & RIEDEL (2001) führen kann. Die Autoren SEITER & RIEDEL (2001) führen als Folge solch einer Bestandsführung die Verringerung von Stickstoffverbindungen im Most, Gärstörungen und das Auftreten des untypischen Alterungstons (LINSENMEIER (2007)) an. In diesem Zusammenhang diskutieren die Autoren RAPP & VERSINI (1995) die Stockbelastung als Einflussfaktor auf den untypischen Alterungston (2-Aminoacetphenon). Wohingegen MURISIER (2007) keinen Einfluss der Stockbelastung auf die Mostinhaltsstoffe (off-flavour) feststellen kann. Insgesamt kann somit davon ausgegangen werden, dass die Bestandsführung trotzdem mit ihren vielfältig dargestellten Eingriffsarten in das System des Rebwachses bei Veränderungen, z.B. durch Düngung, einen starken Einfluss auf die Mostinhaltsstoffe haben kann. Deswegen können durch Analyse der Mostinhaltsstoffe im Umkehrschluss Ergebnisse zum Wuchsverhalten der Reben gezogen werden. Damit sind Analysen zur Bewertung von Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b. möglich.

4.3.1.7.1 Die Mostparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Die aufgezeigten leichten Unterschiede beim Mostgewicht und die höhere Säure bei der Variante 'Organisch' auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 (**Abb. 3312-19**),

zeigen deutlich ein stärkeres vegetatives Wachstum mit der Folge einer kleinen Reifeverzögerung an. Die Reifeverzögerung wird durch die signifikant hohen Säurewerte bei der Variante 'Organisch' belegt. Die Autoren CURRLE ET AL. (1983) führen an, dass im Zusammenhang mit der Kaliumversorgung der Rebe der Säureabbau in den Beeren als ein Reifeindikator gelten kann (SCHULTZ (2002)), der auch einer Zeitfunktion unterliegt. Die Autoren SCHWAB & PETERNEL (2006) zeigen in diesem Zusammenhang, dass hohe Humusgaben zur Reifeverzögerung führen. Daher hätte auf diesem Standort auf der Variante 'Organisch' eine länger Reifephase zu gleichen Säurewerten gegenüber den anderen Varianten geführt. Bei einem festgelegten gleichen Leseterminen aufgrund der Orientierung an dem betriebsüblichen Lesezeitpunkt konnte keine Kompensation dieser festgestellten Reifeverzögerung erfolgen. Üblicherweise würde diese Kompensation in einem Weingut bei größeren Parzellengrößen durch eine spätere Lese stattfinden. Das Beispiel zeigt, wie wichtig es ist, diese Parameter zu erfassen (TROOST (1980)). Weiterhin wird die Reaktion der Pflanze bei einem besseren Ernährungszustand durch die Förderung des vegetativen Wachstums verdeutlicht. Die Mostsäure kann somit allgemein als guter Reifeparameter herangezogen werden (TROOST (1980)). Dies wird auch verdeutlicht durch die Daten der Weinanalytik, welche auch erfasst wurden, aber nicht dargestellt werden. Insgesamt waren die Säurewerte bei einem mittleren Ertragsniveau für alle Varianten von 12,1 g/l, auch für die Rebsorte Riesling, in dieser Anlage stark erhöht (WÜRDIG & WOLLER (1989)). Da es sich insgesamt im Jahr 1998 um einen reifen Jahrgang handelte, waren solch hohen Werte nicht üblich (BINDER (1998)). Dies deutet auf eine zu frühe Lese hin, die aber durch die Entscheidung des Bewirtschafters der Fläche vorgegeben wurde.

Im Versuchsjahr 1999 wurden auf der Versuchsfläche Geisenheim für das Anbaugebiet Rheingau sehr tiefe pH-Werte (DIETRICH & GROSSMANN (2005)) von durchschnittlich unter 2,9 für alle Varianten gemessen. Solch niedrige pH-Werte werden in der Regel nur an der Obermosel bei der Rebsorte Elbling als Standardwerte gemessen. Da höhere pH-Werte und Säuregehalte umgekehrt proportional miteinander korrelieren (WÜRDIG & WOLLER (1989)), treten, wie auf der Versuchsfläche gezeigt, bei den hier stärker erhöhten Säurewerten auch tiefere pH-Werte hervor. So wurde z.B. der signifikant höchste Säuregehalt im Jahr 1999 auf der Versuchsvariante 'Kontrolle' (**Abb. 3312-20**) verzeichnet. Bezüglich des Most-pH-Wertes wurde der statistisch signifikant geringste Wert bei der Versuchsvariante 'Kontrolle' ermittelt. Damit wird besonders auf der Variante 'Kontrolle' dieser Zusammenhang zwischen pH-Wert und Säure nochmals bestätigt. Damit wird gleichzeitig auch eine geringere Reife angezeigt. Ebenso zeigt diese signifikant

höhere Säure auf der Variante 'Kontrolle' im zweiten Versuchsjahr 1999 (**Abb. 3312-20**) durch diese tendenzielle Unreife, auf dieser Variante leichte Wuchsprobleme an, die aber bei der Wuchsanalyse nicht festgestellt werden konnten. Die Mostparameter dienen somit auf dieser Fläche nicht dazu, eine Wuchsbeschreibung vorzunehmen, die herangezogen werden könnte, um die Arbeitshypothese a. und b. zu beurteilen. Die Veränderungen bei den Mostparametern, besonders hinsichtlich der Most-pH-Werte, auf den Einflussfaktor Reblausbefall zurückzuführen, entbehrt jeder Grundlage, da keine signifikanten Unterschiede beim Reblausbefall hinsichtlich der einzelnen Varianten festgestellt werden konnten. Daher kann mit diesem Parameter die Arbeitshypothese a. nicht widerlegt werden. Insgesamt zeigen die sehr tiefen pH-Werte des Mostes unter Berücksichtigung der vorliegenden Bodenart (Boden-pH über 7,0), dass eine zu frühe Lese durchgeführt wurde, obschon die Säurewerte im Vergleich zum Vorjahr etwas geringer waren. Aber beim sehr reifen Jahrgang 1999 (BÖLL ET AL. (1999)) dürfte der Riesling im Rheingau keine Werte über 10 g/l aufweisen. Dabei ist zu unterstellen, dass vom Winzer früh gelesen wurde, um höhere und sichere Erträge zu erhalten. Trotz ähnlicher Ertragshöhen bei allen Varianten (**Abb. 3312-22**) weist die 'organische' Variante in diesem Versuchsjahr 1999 bessere Reifedaten hinsichtlich der Säure und besonders auch hinsichtlich der teilweise signifikant höheren Mostgewichte (**Abb. 3312-20**) auf. Dies spricht auch für die bessere Ernährungssituation und Wasserversorgung auf der Variante 'Organisch'. Die Reife und das generative Wachstum wurde somit in diesem Jahr durch die bessere Humus- und Nährstoffverfügbarkeit begünstigt. Das zeigt, dass nicht unbedingt nur das vegetative Wachstum durch die Humusgaben verbessert wurde. Insgesamt lassen sich dadurch auch höhere Mostgewichte begründen. Die sehr niedrigen Werte bei den Mostparametern bei der Variante 'NPK' weisen zwar auf eine Wuchsdepression hin. Diese scheinbare Wuchsdepression steht aber nicht im Einklang mit den Wuchsbeobachtungen auf dieser Rebfläche. Daher können die Mostparameter bei einer Rebfläche mit sehr einheitlichem Wuchs, wie auf der Versuchsfläche Geisenheim, nicht herangezogen werden, um den Wuchs auf einer Rebfläche zu beschreiben. Eine Bewertung hinsichtlich der Rückgangerscheinungen zur Beurteilung der Arbeitshypothesen ist somit nicht möglich.

4.3.1.7.2 Die Mostparameter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Im Jahr 1998 wurden auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 sehr hohe Ertragsunterschiede der Variante 'Kontrolle' gegenüber den anderen Varianten festgestellt. Verursacht wurde

diese Ertragssteigerung durch den zu hohen Anschnitt auf dieser Variante. Im Sinne der Menge-Güte-Relation (KIEFER & WEBER (1973), KIEFER ET AL. (1976), BAEDER & KIEFER (1980B) und BECKER (1991)), war somit auch ein sehr großer Mostgewichtsunterschied zu erwarten. Mit bis zu 16° Oechsle fiel dieser Unterschied erwartungsgemäß hoch aus. Das höchste Mostgewicht bei der Variante 'Organisch' korreliert im Sinne der Menge-Güte-Relation mit den leicht niedrigeren Erträgen gegenüber den anderen Düngungsvarianten. Dadurch zeigt sich bei den Mostparametern, dass im ersten Versuchsjahr Einflüsse durch Wuchsprobleme aus den Vorjahren, auf dieser Variante auf die Ertragshöhe haben und damit die Menge-Güte Relation beeinflussen. Die Vorbonitur des Wuchses im Jahr 1997 (**Abb. 3323-1a und Abb. 3323-1b**) zeigt den niedrigen Wuchs auf der Variante 'Organisch' auf. Die Variante 'Organisch' war eine der schwächsten Varianten im Wuchs vor Beginn des Versuchs. Darüber hinaus zeigen exorbitant hohen Säuren in Zusammenhang mit den sehr tiefen pH-Werten für die Rebsorte Blauer Spätburgunder und Burgunder (PORTEN & HUBER (2003D)), dass die Lese durch den Winzer viel zu früh angesetzt wurde. Dies dokumentiert aber auch gleichzeitig die mangelnde Bestandsführung durch den Bewirtschafter der Rebanlage, die auch anhand der Pflanzenschutzmaßnahmen (siehe Anhang 9.2.5.1 (Anzahl Applikationstermine, Mittelwahl)) sowie durch weitere Maßnahmen (Kap. 2.5: Bodenbearbeitung, Heftarbeiten usw.) dokumentiert wird. Die hohen Säuren lassen eigentlich keinen gewohnten Weinausbau bei der Rebsorte Blauer Spätburgunder zu (TROOST (1980)). Entweder würden starke Entsäuerungen den Wein in seiner Struktur vernichten oder die eingeleitete Milchsäuregärung, sofern sie bei solchen Werten beim Spätburgunder einsetzt, wird so viel Milchsäure im Wein zurücklassen, dass eine strake organoleptische Veränderung des Weines vorliegt. Daher sind die ausgebauten Weine auch kaum einer organoleptischen Untersuchung zu unterziehen. Die Beprobungsergebnisse sowie die weinanalytischen Untersuchungen sind vor diesem Hintergrund nur bedingt zu verwerten. Daher sind diese Ergebnisse auch in der Arbeit nicht dargestellt worden. Die hohen Säuren und sehr niedrigen Mostgewichte zeigen besonders bei der Variante 'Kontrolle' im Jahr 1998 (**Abb. 3322-19**) eine sehr hohe Unreife gegenüber den anderen Varianten an. Hierin zeigen sich wiederum die Wuchsprobleme, die dieser Variante innewohnen (**Abb. 3323-1a und Abb. 3323-1b**). Interessanterweise ist der pH-Wert bei der Variante 'Organisch' deutlich höher. Dies spricht für eine bessere Pufferung der Säure durch eine bessere Aufnahme von Makronährstoffen (RÜHL ET AL. (1988)). Dieses Ergebnis bestätigt die bessere Aufnahme von Kalium, die bei der 'organischen' Variante durch die Blattanalysen (**Abb. 3321-13, Abb. 3321-14, Abb. 3321-15**)

belegt wurde. Es zeigt sich, dass die Analyse der Moste mit diesem Parameter zum besseren Verständnis hinsichtlich der Wuchsveränderungen beiträgt. Bei stärkeren Veränderungen und vorliegenden Unterschieden zwischen den Varianten kann die Analyse dieser generativen Wuchsparameter dazu dienen, den Wuchs auf einer Fläche ergänzend zu beschreiben. Eine alleinige Erklärung und Dokumentierung von Rückgangserscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen ist mit diesem Parameter aber nicht möglich. Wobei anzumerken ist, dass der intermediäre Wuchs der Varianten 'KSS' und 'NPK' anhand der signifikanten Mostgewichts-, Säure- und pH-Werte in seiner Ausprägung nicht abgebildet werden kann. Damit wird der unterstützende Charakter dieses Parameters für fein abgestufte Differenzierungen von Wuchs- und Rückgangserscheinung deutlich. Zur exakten Überprüfung der Arbeitshypothesen können die Mostparameter nicht beitragen.

Die starken Unterschiede beim Mostgewicht der 'Kontrolle', gegenüber den Düngevarianten auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 (**Abb. 3322-20**) sind ausschließlich durch die Menge-Güte-Relation (KIEFER & WEBER (1973)) zu begründen. Etwaige Wuchsunterschiede werden durch den sehr starken Effekt der Menge-Güte-Relation überdeckt oder kompensiert. Bei fast doppeltem Ertrag der Variante 'Organisch' gegenüber der Variante 'Kontrolle' zeigt die Variante 'Kontrolle' ein um 8° Öchsle höheres Mostgewicht an. Im umgekehrten Fall hatte die Variante 'Organisch' im Jahr zuvor ein um 16° Öchsle höheres Mostgewicht aufzuweisen. Dies zeigt, dass die Kompensationswirkung aufgrund des geringen Ertrags (**Abb. 3322-22**) auf der Variante 'Kontrolle' (1999) im Sinne der Menge-Güte-Relation aufgrund der Wuchsprobleme auf der Variante 'Kontrolle' (**Abb. 3323-1a und Abb. 3323-1b**) nicht greift. Insgesamt sind die pH-Werte und Säureunterschiede auch stark durch diesen Zusammenhang beeinflusst worden, sodass den teilweise vorkommenden Unterschieden keine Bedeutung zuzumessen ist. Es zeigt sich, dass, wie bei dem Kapitel zur Diskussion der Menge-Güte-Relation belegt wurde, Faktoren vorliegen können, die scheinbar die Ungültigkeit der Menge-Güte-Relation belegen. Dabei wird aber deutlich, dass aufgrund dieses grundlegenden Zusammenhangs dieser Menge-Güte-Relation die Mostparameter nicht als Bewertungsparameter hinsichtlich des Wuchses herangezogen werden können, weil die Analyse der Ergebnisse unabhängig von der Relation nur bedingt möglich ist. Daher ist die von dieser Relation bereinigte Bewertung des Wuchses auf der Grundlage der generativen Faktoren der Mostparameter kaum möglich. Weiterhin ist daher ein Erklärungsansatz der Unterschiede bei diesen Mostparametern auf der Grundlage des Reblausbefalls im Sinne der Arbeitshypothese a. nicht möglich und auch unzulässig. Da Reblausabundanzen auf den

Versuchsvarianten kaum Unterschiede aufweisen, aber stark signifikant differierende Mostparameter unter Einbezug der Menge-Güte-Relation vorliegen, kann keine direkte Relation zwischen Reblausbefall und unterschiedlichen Mostparametern hergestellt werden. Somit ist die Arbeitshypothese mit diesen Parametern nicht überprüfbar.

4.3.1.7.3 Bewertung der Mostparameter auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

Bei den Mostparametern konnten sowohl gleichartige wie auch differierende Werte bei den dargestellten Versuchsanlagen (3.3.1.2.10, und 3.3.2.2.10) und in den im Anhang dokumentierten Versuchsanlagen (9.3.3.3.2.10, 9.3.3.4.2.10, 9.3.3.5.2.10) ermittelt werden. Diese Zusammenhänge konnten zwar mit den unterschiedlichen Erträgen im Sinne der Menge-Güte-Relation erklärt werden, korrelierten aber häufig nicht mit dem ermittelten Wuchs oder dem Reblausbefall auf den einzelnen Versuchsvarianten. Weiterhin traten auch Korrelationen auf einzelnen Versuchsflächen auf, die scheinbare Zusammenhänge zwischen Wuchs, Reblausbefall und den Mostparametern aufzeigten, die aber augenscheinlich als Scheinkorrelationen, hervorgerufen durch die Auswirkungen der Menge-Güte-Relation, zu werten sind. Damit wird deutlich, dass die sehr wichtigen Mostparameter sehr gut dazu dienen können, um Erklärungsansätze für Entwicklungen hinsichtlich einer Wuchsveränderung anzubieten, eine klärende Antwort hinsichtlich der Arbeitshypothese a. und b. können diese Parameter aber nicht erbringen, wie zuvor deutlich aufgezeigt wurde.

4.3.1.8 Die Ertragsparameter als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Die durch die Menge-Güte-Relation beschriebenen Zusammenhänge und die von vielen Autoren belegten Einflussgrößen auf diese Menge-Güte-Relation (KIEFER & WEBER (1973), KIEFER ET AL. (1976) und BECKER (1991), STEINBERG ET AL. (2000), MURISIER & ZUFFEREY (2003)) zeigen deutlich, dass dem Ertrag eine zentrale Bedeutung zukommt bei der Beurteilung der Leistungsfähigkeit einer Rebanlage. Besonders in Stresssituationen ist ein merklicher Einfluss auf die vegetative Leistung in Form des Ertrags festzustellen, wie FOX (2004B) anhand des Extremjahrgangs 2003 feststellt. Stress kann aber durch viele Einflussfaktoren ausgelöst werden, so könnte auch z.B. der Reblausbefall ein solcher Stressauslöser sein. Weiterhin zeigt FOX (2004B), dass der Humusgehalt im Boden besonders unter Extrembedingungen einen entscheidenden Einfluss auf den Ertrag ausübt. Dieser Einfluss geht weit über die durch eine bessere Nährstoffversorgung

begründete Wuchsverbesserung hinaus, die auf der Grundlage eines besseren Massenschlusses (Wasserversorgung) und einem höheren Nährstoffgehalt des Bodens begründet ist und schon zuvor ausgiebig dargestellt wurde. Es konnte daher davon ausgegangen werden, dass der Wuchs einer Rebanlage durch die Dokumentation von Ertragskomponenten beschrieben und belegt werden kann. Im Besonderen durch den Parameter Ertrag kann versucht werden, die Einflüsse der Düngemaßnahmen auf den Wuchs einer Rebanlage zu belegen (Arbeitshypothese b.). Weiterhin kann dies vor dem Hintergrund des Stressfaktors eines stärkeren Reblausbefalls auf den Parameter Ertrag einwirken, womit die Arbeitshypothese a beleuchtet werden könnte. Darüber hinaus zeigt der relative Ertrag, bezogen auf die Fläche, eine Leistungsfähigkeit einer Rebanlage an. Zugleich wird damit besonders bei einer mehrjährigen Betrachtung verdeutlicht, welcher Belastung eine Rebanlage durch den Bewirtschafter ausgesetzt wurde. Durch die Wahl des Anschnitts wird schon grob ein Ertragsziel definiert (PORTEN & SCHNEIDER (2005)). Steht nun eine Rebanlage unter besonderen Stresssituationen durch mangelnde Nährstoffversorgung, Reblausbefall oder besondere Witterungssituationen (Wasserstress, Strahlungsstress), so kann das vorgewählte Ertragsziel nicht erreicht werden und dieser Einfluss auf das vegetative Wachstum kann belegt werden. Darüber hinaus wird neben dem großen Einfluss des Jahrgangs auf die Ertragshöhe, auch durch die Dokumentation des relativen Ertrags, nicht nur die Belastung und Leistungsfähigkeit einer Rebanlage dokumentiert, sondern es werden auch Bewirtschaftungsmaßnahmen im Hinblick auf eine sinnvolle Ertragsbildung, im Zusammenhang mit der zur Verfügung stehenden Blattfläche, belegt. Das im Weinbau als entscheidende Stellgröße hinsichtlich der Qualität zu berücksichtigende Blatt-Frucht-Verhältnis (MÜLLER ET AL. (1999)) wird besonders bei zu hohen Erträgen oft nicht beachtet. Daher spielt der Ertrag einen entscheidenden Einfluss bei der Bestandsführung (Arbeitshypothese b.) einer Rebanlage. Vor diesem Hintergrund sind auch im Sinne der Qualitätssicherung die Hektarertragsregelungen (FOX (2001)) in deutschen und anderen europäischen Weinbauländern eingeführt worden. In Deutschland liegen dabei Werte zwischen 10500 bis 12500 Ltr/ha oder umgerechnet 1400 bis 1666 g/qm bei einem Ausbeutefaktor von 75 % als Hektarhöchstertag für Qualitätsweine vor. Diese Hektarhöchstertage in Deutschland sind als die obersten Werte zu sehen, die schon eine sehr hohe Belastung des Rebstocks nach sich ziehen und, aufgrund der Zusammenhänge beim Blatt-Fruchtverhältnis, oft bei zu geringen Laubwandhöhen keine ausreichende Qualität mehr erbringen. Insgesamt dient der Ertrag als sehr guter Parameter, um Stresssituationen und Überbelastungen der Rebstöcke zu belegen. Damit können die

Rückgangerscheinungen, die den Arbeitshypothesen a. und b. als zentraler Faktor dienen, mit dem Parameter Ertrag analysiert werden.

4.3.1.8.1 Die Ertragsparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Auch die hohen Erträge im Jahr 1998 auf der Versuchsfläche von 1400 g/qm (**Abb. 3312-21**) deuten auf eine teilweise zu frühe Lese hin, die bei anderen Parametern wie z.B. der Säure auch schon zuvor belegt wurde. Weiterhin wird vor allem trotz hohem Reblausbefall, der sich auf die Leistungsfähigkeit einer Rebfläche auswirken kann (GRIESSER E.AL (2015)), eine sehr hohe generative Leistung auf dieser Fläche generell belegt. Die zuvor aufgeführten hohen Traubenzahlen untermauern das hohe Potenzial der Rebfläche. Die zuvor dokumentierten hohen Anschnitte und die daraus resultierenden hohen Triebzahlen zeigen in eine ähnliche Richtung hinsichtlich des hohen Wuchspotenzials dieser Rebfläche. Ungewöhnlich ist der niedrige Botrytisbefall in der organischen Variante (**Abb. 3312-21**). Nach SCHWAB & PETERNEL (2006), birgt ein mastigerer Wuchs das Risiko in sich, basierend auf einer hohen organischen Düngung, höhere Botrytisbefälle zu provozieren. Das steht im Zusammenhang mit der Orientierung hin zum vegetativem Wuchs. Dies ist begründet in der Bildung von größeren Beeren und dem daraus resultierenden größeren Packungsgrad der Trauben laut BHANGOO ET AL. (1988). Da es aufgrund des höheren Packungsgrades der Trauben zu Abquetschungen der Beeren kommt und somit zu Verletzungen der Beeren, liegt damit potenziell genügend Substrat zur Ernährung des Botrytispilzes vor. Diese Zusammenhänge konnten hinsichtlich einer merklichen Erhöhung der Parameter Beerenzahlen und -gewicht bei der 'Organischen' Variante gegenüber den anderen Varianten in den Analysen zuvor nicht ermittelt werden. Weiterhin liegt bei einem höheren vegetativen Wachstum oft ein Nährstoffüberschuss vor, der wiederum zum höherem Botrytisbefall der Beeren führt (SCHWAB & PETERNEL (2006), MOLITOR ET AL. (2018)). Das Phänomen des Aufplatzens von Beeren, das HILL (2007) beschreibt, wird aufgrund des sehr hohen vegetativen Wachstums in Einheit mit einer Reifeverfrühung durch den Klimawandel (LUTERBACHER ET AL. (2004), SCHULTZ (2007C)) und Extremereignisse (Starkregen) in der Reifephase (Schönwiese et al. (2006)) verursacht. In der Folge führt dieses Platzen der Beeren zu hohen Botrytisbefällen, da der Pilz *Botrytis cinerea* saprophytisch lebt (MOHR (2005)) und somit optimale Lebensbedingungen vorfindet. Dieser Effekt konnte hier auch nicht festgestellt werden, besonders nicht auf der tendenziell besser versorgten Variante 'Organisch'. Diese geringe Botrytisneigung bei

der organischen Düngung auf dieser Versuchsparzelle scheint somit auf eine ausgewogenere Nährstoffaneignung bei den Makronährstoffen hinzudeuten. Dieser ausgewogene Ernährungszustand wurde auch bei den Blatt- (**Abb. 3311-7 bis 9**) und den Bodenanalysen (**Abb. 3311-3 bis 6**) für die organische Variante belegt. Da ein Humusdünger mit sehr weitem C/N Verhältnis (Ton-Humus-Komplex) in Geisenheim eingesetzt wird, kann über die durch diese Düngerart verbesserte Wasserversorgung des Bodens und der damit verbundenen besser ausbalancierten Nährstoffversorgung dieser Effekt erklärt werden. Ein Unterschied im Wuchsverhalten oder ein Einfluss durch den Reblausbefall kann aber in diesem Versuchsjahr auf den Rebflächen in Geisenheim nicht belegt werden. Somit dient dieser Effekt nur indirekt dazu, die Arbeitshypothesen hinsichtlich des Wuchsverhaltens und des möglichen Auftretens von Rückgangerscheinungen zu erklären.

Der hohe Ertrag auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 zeigt die Leistungsfähigkeit dieser Rebfläche trotz des hohen Reblausbefalls auf den Versuchsvarianten (**Abb. 3314-6**) an. Es konnten keine Unterschiede in Ertragsleistungen zwischen den Versuchsvarianten festgestellt werden. Dies spricht für den gleichmäßigen Wuchs der Rebanlage, der auch durch die Wuchsanalyse (**Abb. 3313-1b**) festgestellt wurde. Die Erträge wurden durch die unterschiedliche hohe Düngung nicht mehr beeinflusst. Die Erhöhung des Ertrags durch die teilweise sehr hohen Stickstoffgaben (LINSENMEIER & LÖHNERTZ (2006)) konnten bei diesem sehr hohen Wuchsniveau der Rebanlage nicht mehr festgestellt werden. Die hohen Erträge, trotz gleichem Anschnittniveau gegenüber dem Jahr 1998, zeigen auch eine wesentlich bessere Wasserversorgung im Versuchsjahr 1999 (Kap. 9.2.5.2) an. Die Erträge liegen um das doppelte über dem maximal anzustrebenden Ertrag von 1400 g/qm. Mit einem durchschnittlichen Ertrag von 2800 g/qm über alle Varianten hinweg (**Abb. 3312-22**) liegt eine immens hohe Zuckerleistung im Jahr 1999 vor. Die Zuckerleistung beträgt nahezu 4 t Zucker/ha. Die üblichen Werte für die Zuckerleistung liegen im Weinbau im Maximum zwischen 2 bis 2,5 t Zucker/ha (WUNDERER ET AL. (2000)). Die extreme Wüchsigkeit der Rebanlage wird mit diesen Ertragswerten und den sehr hohen Traubenzahlen, trotz des sehr hohen Reblausbefalls, bestätigt. Weiterhin wird deutlich, dass die sehr hohen Traubenzahlen, die auch schon im Jahr 1998 vorlagen, dokumentieren, welches extrem hohe Wuchspotenzial innerhalb dieser Rebanlage vorliegt. Bei ähnlichen Traubenzahlen in beiden Jahren wurden im zweiten Jahr sehr hohe Erträge erzielt. Die Analyse der Einzeltraubengewichte bestätigt diese sehr unterschiedliche Situation im Jahr 1998 gegenüber dem Jahr 1999. Diese extrem unterschiedlichen

Einzeltraubengewichte in den beiden Jahren bei fast gleicher Traubenzahl pro Rebstock zeigen, wie schwierig auch eine Ertragsschätzung durch Traubenzählungen und Bewertungen mit mittleren Traubengewichten (HANNI (2009), HERMES & PORTEN (2019)) sein kann. An diesem Beispiel wird deutlich, dass Abweichungen von bis zu 100 % vorliegen können. Da der Einfluss des Spätsommers ab dem Weichwerden der Beeren somit, besonders hinsichtlich der Wasserversorgung, einen starken Einfluss auf die absolute Ertragshöhe nimmt, wird der Parameter sehr schwerlich herangezogen werden können, um mit der absoluten Ertragshöhe pro Flächeneinheit eine Aussage über die Wuchsleistung der Reben zu treffen.

Differenziertere und teilweise stark abgegrenzte Bereiche, die innerhalb einer Versuchsparzelle Rückgangerscheinungen aufweisen, können mit den Ertragsparametern nicht belegt werden. Somit kann eine Korrelation zwischen Wuchsleistung und Reblausbefall auf dieser Rebfläche nicht hergestellt werden, sodass die Arbeitshypothese a. nicht widerlegt werden kann. Die Arbeitshypothese b. wird bestätigt, weil gezeigt werden konnte wie eine Wuchsstabilisierung und Verbesserung der generativen Leistung auf dieser Fläche durch die Düngemaßnahmen vollzogen werden kann.

4.3.1.8.2 Die Ertragsparameter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Der doppelt so hohe Anschnitt auf der Variante 'Kontrolle' im Jahr 1998 (**Abb. 3322-1**) auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 führte auch zur Verdopplung der Ertragshöhe (**Abb. 3322-21**) gegenüber den anderen Varianten. Parallel zu dieser Situation ist im logischen Zusammenhang die Traubenzahl in gleicherweise erhöht. Die Wuchsdepressionen im ersten Versuchsjahr 1998 innerhalb der 'Kontrolle' (**Abb. 3323-1b**) spiegeln sich somit nicht im Ertrag wider. KIEFER (1987), BAUMANN & HOFMANN (2003) geben eine anzustrebende Traubenzahl von 20 bis 25 Trauben pro Rebstock oder von 10 bis 12 Trauben pro Quadratmeter an. Mit einer Traubenzahl von 43 Trauben pro Rebstock (**Abb. 3322-21**) im Versuchsjahr 1998 sind die Rebstöcke somit einer besonders hohen Belastung ausgesetzt. Es zeigt sich wiederum, dass der für den Rebstock wichtige generative Parameter Ertrag oft eine Kompensation erfährt und es deshalb sehr schwierig erscheint, diesen Faktor als Leistungsmerkmal heranzuziehen. Der Ertrag kann immer wieder nur im Zusammenhang mit anderen Parametern, wie dem 100-Beerengewicht, dem Traubengewicht sowie dem Mostgewicht unter Berücksichtigung der Menge-Güte-Relation als beschreibender

Faktor Verwendung finden. Um die Ertragshöhe auch in diesen Kontext zu stellen, wurden diese Werte erhoben. Das gleiche gilt für die Anschnitthöhe, die der entscheidende Einflussfaktor auf die Ertragshöhe und auch auf den Wuchs darstellt und z.B. Rückgangserscheinungen laut den Arbeitshypothesen auslösen kann. Es ist auch davon auszugehen, dass bei der festgestellten Wuchsart und den Ernährungszuständen der Reben auf der Variante 'Kontrolle' durch diesen hohen Ertrag von 16500 l/ha eine dauerhafte Überlastung vorliegt. Die Auswirkungen auf das Mostgewicht waren deutlich in den Versuchsjahren 1998 und 1999 ablesbar und spiegeln auch eher die Wuchsdepression auf der Variante 'Kontrolle' wider. Weiterhin wird deutlich, dass dieses vom Winzer geplante hohe Ertragsniveau die Nachhaltigkeit der Produktion auf dieser Anlage gefährdet. Diese Vorgehensweise stellt auch eine Nichtbeachtung eines sachgerechten Blatt-Frucht-Verhältnisses dar. Das Ergebnis spiegelt sich im Wein wider, der zwar seine Verkehrsfähigkeit gerade so mit einer Mindestpunktzahl nach DLR Standard von 1,5 bei der organoleptischen Prüfung (ANONYM (1998): (Kellerbuch 1998 Fachgebiet Rebenzüchtung) erlangt, aber unter den heutigen Gesichtspunkten der Qualitätsansprüche nicht vermarktbar wäre. Erstaunlich ist der fehlende signifikante Unterschied zwischen den Varianten beim Botrytisbefall. Bei solch hohen Erträgen würde in der Regel ein höherer Botrytisbefall mit einhergehen. Dies wäre begründet durch Verdichtungen in der Laubwandstruktur und durch sich abquetschende Beeren, die wiederum innerhalb dichter gepackter Trauben auftreten. Es zeigt sich, dass der auf dieser Fläche verwendete lockerbeerige Spätburgunder-Klon Mariafeld (MAIGRE ET AL. (1998) PORTEN, M. (2001), PORTEN, M. (2003), PORTEN, M. (2004A)) ein übermäßiges Abquetschen der Beeren verhindert und dass der schon in 1998 festgestellte lichtere Wuchs auf dieser Variante eine zu verdichtete Laubwand nicht zulässt. Der lichtere Wuchs deutet auch darauf hin, dass die bei Reben vorliegende parallele Entwicklung der Traube und dem vegetativen Wachstum nach der Blüte, welche von BETTNER & BETTNER (1977) belegt wurde, aufgrund der Stresssituation nicht mehr vorliegt. Der Energiestoffwechsel wird demnach in solchen Stresssituationen vordringlich zur Sicherung des generativen Wachstums benötigt, sodass das vegetative Wachstum vernachlässigt wird. Der Beleg dieses Wuchsverhaltens kann aber mit dem Ertrag nur zum Teil erklärt werden. Nur im Zusammenhang mit anderen Parametern und der Wuchsanalyse kann diese Wuchsdepression auf dieser Teilfläche belegt werden. Daher kann auch mit dem Parameter kein Zusammenhang zum gleichmäßig hohen Befall von Reblaus auf dieser Rebfläche hergestellt werden. Damit kann die Arbeitshypothese a. nicht widerlegt werden. Der Parameter Ertrag dient somit nicht dazu, als alleiniger Parameter den Wuchs

auf einer Anlage zu beschreiben, wie die Ergebnisse im Jahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zeigen. Die sehr starke Wuchsdepression und Überlastung auf der Variante 'Kontrolle' wird durch den Parameter indirekt angezeigt, weil eine solche Ertragshöhe eine zu hohe Belastung des Rebstocks, auf der Basis des Blatt-Frucht-Verhältnisses (MÜLLER ET AL. (1999)) darstellt. Bei solch einer Überlastungssituation ist eine sehr starke Überlastung mit späteren Wuchsproblemen die Folge. Da den meisten Winzern ein solcher Zusammenhang bei einer Überlastung klar ist, ist eine solche Handlungsweise sehr unverständlich, da sie dauerhaft nur Rückgangerscheinungen laut der Arbeitshypothese b. provoziert.

Bei gleichem Anschnittniveau, dass besonders gut dokumentiert wird durch die ausgelebene Augenzahl (**Abb. 3322-2**), zeigen die Daten auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 beim Parameter Ertrag deutlich die Wuchsunterschiede auf der Versuchsfläche an. Mit einem signifikant nahezu doppelten Ertrag der Variante 'Organisch' (3080 g/qm) gegenüber der Variante 'Kontrolle' (1600 g/qm) wird ein deutlicher Leistungsunterschied der Varianten verdeutlicht (**Abb. 3322-22**). Zum Teil ist dieser Unterschied auch durch die höhere Traubenzahl verursacht, die bei der Variante 'Organisch' (34 Trauben/Rebstock) gegenüber der Variante 'Kontrolle' (24 Trauben/Rebstock) vorliegt. Bei gleichen Ausgangsbedingungen hinsichtlich der Augenzahl pro Quadratmeter und den gleichen Strahlungsbedingungen wie im Vorjahr, die verantwortlich sind für die Festlegung der Gescheinszahl pro Trieb (KOBLET (1985B)), reagiert die Pflanze aufgrund der Überlastung im Vorjahr und den Ernährungsproblemen auf der Variante 'Kontrolle' mit einem geringeren Fruchtansatz. In diesem Zusammenhang wird der ernährungsbedingte Fruchtansatz von einigen Autoren belegt (CURRLE ET AL. (1983), COSTACURTA & LAVEZZI (1971)). Dieser ernährungsbedingte bessere Fruchtansatz in Form einer höheren Gescheinszahl pro Trieb wird auch dadurch belegt, dass die Unterschiede der 'Organischen' Variante bei der Traubenzahl, gegenüber den anderen Düngungsvarianten, als signifikant festgestellt wurden. Die sehr gute Wuchsleistung der Variante 'Organisch' und auch 'NPK' sowie die intermediäre Wuchsleistung der Variante 'KSS' wird durch die signifikanten Unterschiede bei den Ertragshöhen dokumentiert. Wobei der Ertrag der Variante 'Organisch' mit 23000 l/ha als viel zu hoch bezeichnet werden muss. Unter den klimatischen Bedingungen (Kap. 9.2.5.2) wäre, bei dem vorliegenden Erziehungssystem und unter Berücksichtigung der maximal anzustrebenden Anschnitthöhe, welches wiederum auf dem für diesen Standort angepassten Blatt-Fruchtverhältnis beruht, maximal ein Ertrag von 10 bis 11000 Liter/Hektar möglich ((MÜLLER ET AL. (1999) u. PORTEN &

SCHNEIDER (2004)). Unter anderen Bedingungen würde eine Ausdünnung erfolgen, um die Energieakkumulation eher in eine Qualitätssteigerung mit Mostgewicht- und Aromapotenzialsteigerung zu überführen (PRIOR (2006)). Diese sehr hohen Erträge im Jahr 1999 sind auch begründet in den wesentlich feuchteren Bodenbedingungen in diesem Versuchsjahr. Die hohen Humusgehalte mit einer hohen Wasserspeicherfähigkeit, besonders bei den Varianten mit Sägemehleinsatz (RASP (1994)), führen in solch einem Jahr zur optimalsten Wasserversorgung. Diese wesentlich bessere Wasserversorgung konnte auch bei den Reblausgrabungen festgestellt werden. Die Sägemehlvarianten wiesen immer feuchtere Bedingungen auf. Solche stark optimierten Wuchsbedingungen können daher zu extremen Ertragsergebnissen führen. Bei einer Hochrechnung auf einen Hektar würde bei einem Mostgewicht von 80° Oechsle auf dieser Fläche – was bei dieser Ertragsleistung immer noch sehr hoch ist – eine Zuckerleistung von knapp 4,5 Tonnen/ha erreicht werden. Dieser Zuckerertrag liegt auf der Hälfte des Niveaus von Zuckerrüben (KNITTEL & ALBERT (2003)) und ist damit als sehr hoch anzusehen. Diese hohe „mögliche“ Zuckerleistung dokumentiert aber auch das Wuchspotenzial, welches auf dieser Fläche möglich wäre.

4.3.1.8.3 Bewertung der Ertragsparameter auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

Auf der Versuchsfläche Geisenheim konnte gezeigt werden, dass eine Wuchsbeschreibung alleine auf der Basis der Ertragsdaten nicht möglich ist. Weiterhin konnten differenziertere und teilweise stark abgegrenzte oder beschränkte Bereiche, die innerhalb einer Versuchsparzelle Rückgangerscheinungen aufweisen, mit den Ertragsparametern nicht belegt werden. Gerade die Reblaus ist bei einer Befallssituation sehr ortsfest im Boden (KEHRLI ET AL. (2018)), sodass laut Arbeitshypothese a. eine Beziehung zwischen dem einer nicht genau definierbaren Rückgangerscheinung und einem lokal begrenzten Reblausbefall mit diesem Parameter nicht nachweisbar ist. Die Arbeitshypothese a. konnte somit nicht widerlegt werden.

Weiterhin wären bei angepasster Bestandsführung (Anschnitt, Ausdünnung) auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 sehr hohe Qualitäten zu erzeugen, ohne dass Wuchsprobleme auftreten müssten. Dieser Zusammenhang wird durch die Erträge auf den unterschiedlich installierten Düngevarianten belegt. Hierbei wird klar belegt, dass die Rückgangerscheinungen durch die Bestandsführung, laut Arbeitshypothese b., verursacht werden. Die Wuchsveränderungen können somit zwar erst im zweiten Jahr durch den Parameter

Ertrag belegt werden, aber der Parameter Ertrag dient zumindest als zusätzlicher Beleg für die Wuchsveränderungen. Als alleinigen beschreibenden Parameter für den Wuchs kann er indes nicht dienen. Weiterhin wird deutlich, dass durch die angeführte Vermeidung der Wuchsprobleme durch eine besser an den Standort angepasste Bestandsführung die Wuchsdepressionen auf der Fläche nicht auftreten müssten. Daher kann der sehr hohe Reblausbefall auf dieser Rebfläche nicht ursächlich für die Wuchsprobleme angesehen werden. Damit wird die Arbeitshypothese a. bestätigt, die keine Korrelation zwischen Reblausdichte und Rückgangerscheinungen sieht.

4.3.1.9 Der relative Ertrag als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Die beeinflussenden Faktoren für die Fruchtbarkeit, dargestellt als Ertrag pro Trieb oder angeschnittenem und ausgetriebenem Auge, sind mannigfaltig. Aber der Haupteinflussfaktor für die Zahl der Infloreszenzen und das Einzelbeerengewicht im Folgejahr ist laut KOBLET (1985B) die Lichtintensität im Juli. Unter Berücksichtigung einer optimalen Traubenzahl hinsichtlich der Qualität bei der Spaliererziehung von 10 bis 12 Trauben pro Quadratmeter (KIEFER (1987)) und unter Berücksichtigung einer optimalen Blatzzahl pro Trieb von 13 bis 18 Blättern laut HUEGELSCHAEFFER ET AL. (1992) und unter Berücksichtigung der Tatsache, dass wiederum einer höheren Triebzahl pro laufendem Meter die Traubenzahl pro Trieb, das Traubengewicht, die Beerenzahl pro Traube und das Einzelbeerengewicht reduziert (REYNOLDS ET AL. (1994B)) werden, ist der direkte Einfluss einer verschiedenartigen Stockbelastung auf die Fruchtbarkeit gegeben. Obschon MURISIER (2007) keinen Einfluss der Stockbelastung auf das Einzelbeerengewicht und der Augenfruchtbarkeit (Trauben pro Auge) feststellen kann, zeigen MURISIER & ZUFFEREY (1996), dass eine Verringerung der Triebzahl pro Rebstock eine Erhöhung der Augenfruchtbarkeit und des Traubengewichts hervorbringen. In diesem Zusammenhang zeigen SOMMER ET AL. (2000), dass die Reservekohlehydrate im Winter entlang der Augen 2 bis 18 am Trieb mit der Fruchtbarkeit der Augen nach dem Austrieb im Folgejahr korrelieren. Begründet wird dieses Ergebnis von den Autoren damit, dass im Sinne von KOBLET (1985B) die Kohlehydratgehalte abhängig sind von der Belichtung des Triebes im Vorsommer. So wird die Fruchtbarkeit auch in Zusammenhang mit der Bestandsführung (Anschnitt, Laubarbeit) gebracht, da Aufgrund der besseren Belichtung des Triebes ein Optimum bei der Triebzahl pro laufendem Meter von maximal 15 Trieben pro laufendem Meter laut (BAUER (2002), PORTEN & SCHNEIDER (2005) und MÜLLER ET AL. (1999)) besteht. Dies steht in Anlehnung an den aufgezeigten optimalen Anschnitt und einer gleichmäßigen

Triebzahl pro ausgetriebenem Auge. So werden Bewirtschaftungsmaßnahmen in Zusammenhang zur Augenfruchtbarkeit und dem potenziellen relativen Ertrag gesetzt. In diesen Zusammenhang stellen BHANGOO ET AL. (1988) fest, dass der Makronährstoffgehalt (N, P, K) in Blattstielen stark durch die Humusgabe ansteigen und daher auch das Einzeltraubengewicht, die Traubenzahl pro Rebe und die Beerengröße gesteigert werden. Damit ist auch der direkte Einfluss der Bewirtschaftungsmaßnahme „Düngung“, bezogen auf die relativen Ertragsparameter, auf den Trieb oder das Auge deutlich. Damit zeigen die relativen Erträge, bezogen auf die Anschnitthöhe sowie die Triebzahl, die Leistungsfähigkeit einer Rebe an und stehen somit in direkter Beziehung zu Wuchsleistungen und Effektivität der Rebanlage. Dieser Effektivitätsparameter (Ertrag/Trieb und Ertrag/Auge) könnte somit sehr gut zur Beurteilung von Wuchsdepression im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b. dienen. Wobei aber zu berücksichtigen ist, dass MAY (2000) eine hohe Variabilität bei der Anzahl an Gescheinen, Trieben beim Beerenansatz und dem Verhältnis von Triebzahl zu Gescheinszahl angibt. Diese hohe Varianz könnte zu einer fehlenden Signifikanz bei festgestellten Unterschieden führen. Insgesamt wird aber trotzdem deutlich, dass diese Parameter durch ihre hohen Einflüsse hinsichtlich sehr vieler variabler Einflussgrößen herangezogen werden können, um den Wuchs einer Rebanlage zu beurteilen. Da im Umkehrschluss die Variabilität klein gehalten werden muss, ist die Analyse jeder einzelnen Versuchsfläche von Vorteil, um die standortspezifischen Einflussgrößen somit von vornherein ausschließen zu können.

4.3.1.9.1 Der relative Ertrag auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Auf der Versuchsfläche Geisenheim zeigt die organische Variante sowie die 'Kontrolle' im Jahr 1998 etwas bessere Leistungsmerkmale auf (**Abb. 3312-23**), welche aber nur bezüglich der Variante 'NPK' signifikant abgesichert werden konnten. Diese Unterschiede beim relativen Ertrag konnten aber 1999 nicht bestätigt werden (**Abb. 3312-23**). Obschon bei den anderen generativen Parametern auf allen anderen Versuchsflächen erst die Effekte der organischen Düngung im zweiten Versuchsjahr deutlich hervortreten. Ein Zusammenhang zum Wuchsverhalten, z.B. dokumentiert durch die Wuchsanalyse, ist daher nicht herstellbar. Auch ist kein Einfluss des hohen Reblausbesatzes auf diese Parameter im Sinne der Arbeitshypothese a. feststellbar. Zwar sind im Jahr 1999 keine Unterschiede bei den relativen Ertragsparametern hinsichtlich der Versuchsvarianten zu ermitteln, aber dies kann nicht in Zusammenhang gebracht werden mit dem gleichmäßig hohen Besatz

an Reblaus oder dem relativ gleichmäßigen Wuchs auf dieser Rebanlage. Eine differenzierte Wuchsanalyse hinsichtlich sektorialer Veränderungen des Wuchses (Rückgangerscheinungen) auf der Rebfläche ist aufgrund der hohen Variabilität der Parameter, in Anlehnung an die Arbeiten von MAY (2000) und der höheren festgestellten Standardabweichung der Parameter nicht möglich. Daher ist die Aussage hinsichtlich des Wuchses aufgrund der relativen Ertragsparameter auf der Versuchsfläche Geisenheim sehr begrenzt einzuschätzen. Eine Bewertung der Arbeitshypothese b. ist daher mit diesem Parameter nicht möglich, da die Wuchsveränderungen und Rückgangerscheinungen mit diesem Parameter nicht genau quantifiziert werden können.

4.3.1.9.2 Der relative Ertrag auf der Versuchsfläche Kiedrich1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Im Jahr 1998 zeigen die relativen Erträge auf der Rebfläche Kiedrich 1, in Anlehnung zu den Ergebnissen beim flächenbezogenen Ertrag, dass durch den hohen Anschnitt und Ertrag die Variante 'Kontrolle' keine solch hohen Erträge pro Vegetationspunkt (Auge) erreichen kann. Wobei die Werte nur gegenüber der Variante 'NPK' signifikant unterschiedlich sind (**Abb. 3322-23**). Dieser Parameter zeigt somit diese starke Überlastung der Variante, die mehrfach schon belegt wurde, nur abgeschwächt an und dient somit nicht unbedingt zur Analyse von Wuchsproblemen und Rückgangerscheinungen, laut den Arbeitshypothesen a. und b.. Dieser vergleichende Parameter kann aber herangezogen werden, um die Gleichmäßigkeit des Fruchtansatzes zu untersuchen, um damit Hinweise auf eine ungleichmäßige Ausgangslage für eine Variante zu belegen. Im zweiten Versuchsjahr 1999 stellt dieser Parameter, der in dem relativen Bezug des Ertrags zu den Vegetationspunkten (Triebe und Augen) besteht, eindeutig zu der Wuchsleistung innerhalb der Rebanlage her (**Abb. 3322-24**). Die geringsten Werte werden auf der 'Kontrolle' festgestellt und die höchsten Werte auf den Varianten 'NPK' und 'Organisch', die Variante 'KSS' liegt intermediär. Der Parameter bestätigt somit die Zusammenhänge, die bei anderen vegetativen und generativen Parametern auch gezeigt werden können mit deutlich signifikanten Unterschieden auf. Wiederum werden die Wuchsunterschiede erst im zweiten Jahr deutlich. Verdeutlicht wird durch die signifikanten Unterschiede auch, dass die Variante 'Organisch' den höchsten und damit effektivsten Fruchtansatz pro Vegetationseinheit (Trieb, Auge) aufweist. Wie bereits beim flächenbezogenen Ertrag dargestellt, begründet sich darin ein größerer Teil der hohen Ertragssteigerung der Variante 'Organisch'. Dieser bessere Fruchtansatz ist natürlich auch auf die besseren Ernährungs-

und Wuchsbedingungen innerhalb dieser Variante zurückzuführen (CURRLE ET AL. (1983)). Insgesamt konnte generell auf allen Flächen ein allgemein höherer Ertrag des Jahres 1999 (328 g/Trieb) gegenüber dem Jahr 1998 (227 g/Trieb) festgestellt werden. Der Fruchtansatz war im Jahr 1999 wesentlich höher, was auch durch die anderen Trauben-Verhältnis-Parameter bestätigt wird. Die Wuchsanalyse kann somit durch diese Parameter unterstützt, aber nicht allein erklärt oder belegt werden. Ein Zusammenhang von Wuchs und Reblausbesatz kann daher durch diesen Parameter nicht belegt werden.

4.3.1.9.3 Bewertung des relativen Ertrags auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

Die Wuchsanalyse kann durch den Parameter relativen Ertrag unterstützt werden. Eine vollständige Dokumentation des Wuchses oder der Beleg von auch sektoral auftretenden Rückgangerscheinungen, im Sinne der Arbeitshypothesen, ist mit diesem Parameter nicht möglich. Dies wird durch die Analyse von allen Versuchsflächen (4.3.1.9.1, 4.3.1.9.2), auch durch die nur im Anhang (9.3.3.3.2.12, 9.3.3.4.2.12, 9.3.3.4.2.12), dargestellten Flächen, bestätigt. Ein Zusammenhang zwischen dem Wuchs und dem Reblausbesatz kann auf den Versuchsflächen durch diesen Parameter nicht hergestellt werden. Die Arbeitshypothese a, die keinen Zusammenhang zwischen Rückgangerscheinungen und der Reblausabundanz postuliert, kann somit widerlegt werden.

4.3.1.10 Die relative Traubenzahl als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Bei der Analyse der Traubenzahl pro Trieb oder Auge steht die Effektivität eines Bestands im Vordergrund, um eventuelle Wuchsunterschiede im Sinne der Arbeitshypothesen zu dokumentieren. In diesem Zusammenhang zeigen ALLEWELDT & ILTER (1969), dass die Bildung der Infloreszenzzahl von der Blattentfaltungsgeschwindigkeit und somit von einem Wuchsparameter abhängig ist. Weiterhin zeigen REYNOLDS ET AL. (1994B), dass die Traubenzahl pro Trieb eindeutig korreliert mit der Anzahl von Trieben pro laufendem Meter Zeilenlänge und damit auch mit einem Faktor für Porosität oder Wuchsdichte einer Drahtrahmenanlage oder Laubwand. Diese Wuchsdichte innerhalb einer Drahtrahmenanlage steht über mögliche Schattenbildung (Eigenbeschattung) somit im direkten Zusammenhang zur Lichtintensität, der ein Trieb ausgesetzt sein kann. Die Arbeiten von BUTT-ROSE (1969) zeigen in diesem Zusammenhang, dass die Höhe der Infloreszenzzahl in direkter Korrelation zur Lichtintensität steht. Die Korrelation zwischen Lichtintensität und Augenfruchtbarkeit wird auch bei dem von COSTACURTA & LAVEZZI (1971) festgestellten

Zusammenhang zwischen Insertionshöhe und Fruchtbarkeit der Augen diskutiert. Die absolute Höhe des Gescheinsansatzes wird aber vor allem im Vorjahr festgelegt durch die Strahlung besonders im Monat Juli (KOBLET (1985B)). Im Weiteren können aber Wuchsunterschiede die Traubenzahlen in gewissem Maße durch unterschiedliche ernährungsbedingte Einflüsse in den Vorjahren zum Untersuchungszeitpunkt bestimmen. So zeigen ALLEWELDT & ILTER (1969), dass die Blütenbildung von der Höhe der Stickstoffdüngung abhängig ist. Darüber hinaus ermitteln COSTACURTA & LAVEZZI (1971) eine Beziehung zwischen der P-Versorgung von Reben und der Knospenfruchtbarkeit. Somit kann durch die Bewirtschaftung, z.B. in Form der Düngung, auf die Augenfruchtbarkeit Einfluss genommen werden. Ein wesentlicher Einfluss bei der Bewirtschaftung stellt die Anschnitthöhe dar, dies wurde mehrfach innerhalb dieser Arbeit aufgezeigt. Dabei zeigt aber MURISIER (2007), dass die Stockbelastung keinen Einfluss auf die Augenfruchtbarkeit und die Traubenzahl pro Rebstock hat. In gleicher Weise belegt CLINGELEFFER (1989), dass die Anzahl der Trauben pro Trieb nicht durch die Anschnitthöhe beeinflusst wird. Die Regulation des Wuchses über den Anschnitt scheint somit nicht die Augenfruchtbarkeit zu beeinflussen, wohingegen ein Einfluss bei der Wuchsregulation bei den Trieben im Sommer zu einer veränderten Augenfruchtbarkeit führen kann. So zeigen MURISIER & ZUFFEY (1996), dass die Verringerung der Triebzahl pro Rebstock eine Erhöhung der Augenfruchtbarkeit erbringt. Es wird deutlich, dass die Traubenzahl somit ebenfalls Wuchsunterschiede abbildet, wobei deutlich wird, dass die Bewirtschaftungsmaßnahmen (Arbeitshypothese b.) über den Zusammenhang bei der Düngung und der Belichtung der Triebe einen Einflussfaktor auf die Traubenzahl darstellen. Damit ist über die Belichtung der Triebe der Einfluss vor allem durch die Situation im Vorjahr des Analysejahres geprägt. Es gilt zu beachten, dass MAY (2000) eine hohe Variabilität bei der Anzahl von Gescheinen pro Trieb festgestellt hat. In diesem Zusammenhang ist damit zu rechnen, dass eine statistische Absicherung der Untersuchungsergebnisse bei der Traubenzahl pro Trieb oder Auge nicht möglich sein kann. Die hohen Standardabweichungen bei diesen Untersuchungsparametern zeigen diese Problematik deutlich auf. Im Wesentlichen aber dienen diese Faktoren mit relativen Bezügen der Einordnung des Wuchses zwischen den verschiedenen Versuchsjahren und Versuchsanlagen. Somit kann auch ein Erklärungsansatz hinsichtlich der Rückgangerscheinungen in Bezug auf die Arbeitshypothesen erfolgen.

4.3.1.10.1 Die relative Traubenzahl auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Im Jahr 1998 wurden auf der Versuchsanlage Geisenheim durchschnittlich 1,85 Trauben pro Trieb und 1,96 Trauben pro ausgetriebenem Auge erreicht (**Abb. 3312-25**). Diese sehr hohen Werte, die im Jahr 1998 außer auf der sehr frohwüchsigen Rebanlage Eltville (Anhang Kap. 9.3.3.5.3) auf keiner anderen Rebfläche erreicht werden, zeigen somit die Starkwüchsigkeit der Rebanlage in Geisenheim an. Die Autoren REYNOLDS ET AL. (1994B) zeigen hinsichtlich ihrer Variation der Stockbelastung in Form von unterschiedlichen Traubenanzahlen pro Trieb, dass bei der Sorte Weißer Riesling Traubenzahlen von durchschnittlich über 1,5 Trauben pro Trieb als hoch anzusehen sind. Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt PRIOR (2003) UND PRIOR (2004). Um so deutlicher werden die Unterschiede bei den Werten zu den Trauben pro Trieb und den Trauben pro ausgetriebenem Auge der Variante 'Organisch' gegenüber den anderen Varianten. Obschon wegen der hohen Variabilität der Messwerte (MAY (2000)) und der damit verbundenen hohen Standardabweichung nur bei der Traubenzahl pro ausgetriebenen Auge ein signifikanter Unterschied gegenüber der Variante 'Kontrolle' und 'NPK' ermittelt wurden, ist der ermittelte Unterschied der Variante 'Organisch' gegenüber den anderen Varianten bei diesen beiden Parametern nicht nur als Tendenz zu werten. Vor allem die parallele Situation bei zwei anderen Versuchsanlagen (Anhang: Kiedrich 2 (siehe auch Kap. 9.3.3.3.2.13: Abb. 3332-26), Rüdesheim (siehe auch Kap. 9.3.3.4.2.13: Abb. 3342-25 u. Abb. 3342-26) verstärkt diesen Eindruck. Auffallend ist auch, dass trotz des allgemein sehr starken Wuchses der Rebanlage Geisenheim die Variante 'Organisch' mit dem Parameter Traubenzahl darüber hinaus noch eine bessere Wuchssituation in Form der höheren Augenfruchtbarkeit zeigt. Diese höhere Augenfruchtbarkeit beruht auf einer besseren Nährstoffversorgung der Variante. Die Auswirkungen der erhöhten Nährstoffversorgung auf eine bessere Augenfruchtbarkeit wurde auch schon von CURRLE ET AL. (1983) und COSTACURTA & LAVEZZI (1971) bestätigt. Insgesamt wird im Jahr 1998 somit eine bessere Wuchssituation der organischen Variante, die vor allem auf einer besseren Wasserversorgung aufgrund der höheren Wasserspeicherfähigkeit der Böden (SCHALLER (1979)) nach der Sägemehlabplikation (RASP (1994)) und der damit verbundenen besseren Nährstoffaufnahme beruhen dürfte, dokumentiert. Die bessere Nährstoffaufnahme der Variante 'Organisch' wird vor allem auch durch die Blattanalyse bestätigt. Damit kann der Einfluss der Bewirtschaftung auf die Wuchsleistung und die möglichen Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese b. belegt werden. Weiterhin wird die sehr hohe Wuchsleistung der

Rebanlage im Gesamten dokumentiert, da durch die in den Vorjahren ausgewogene organische und mineralische Düngung (siehe Kap. 2.5) ein gutes Nährstoffangebot vorliegt, welches auch durch die Boden- und Blattanalysen bestätigt wird. Somit lässt sich über die Beziehung der guten Nährstoffversorgung zur Augenfruchtbarkeit (ALLEWELDT & ILTER (1969), BHANGOO ET AL. (1988)) dieser hohe Traubenansatz begründen.

Im zweiten Versuchsjahr 1999 zeigt die Traubenzahl als relativer Faktor auf der Versuchsfläche Geisenheim kaum einen nennenswerten Unterschied zwischen den Varianten auf (**Abb. 3312-26**). Teilweise vorhandene Unterschiede konnten nicht statistisch abgesichert werden. Es wird deutlich, dass bei einer generell sehr hohen Wuchsleistung der Versuchsfläche Geisenheim, die auch mit einer sehr hohen durchschnittlichen Traubenzahl pro Trieb von 1,9 Trauben für alle Varianten dokumentiert wird, eine weitere Wuchssteigerung kaum möglich ist. Dies wird z.B. auf der Variante 'Organisch' besonders deutlich. Besonders vor dem Hintergrund, dass bei einem feuchteren Jahr wie dem Jahr 1999 der Vorteil der Variante 'Organisch' mit einer besseren Wasserhaltefähigkeit der Böden gegenüber den anderen Varianten egalisiert wird. Bei diesen gleichen Ausgangsbedingungen hinsichtlich des Nährstoffaneignungsvermögens wären somit eventuell vorhandene Unterschiede auf andere ernährungsbedingte Unterschiede oder auf Einflüsse von Schaderregern (Reblaus) zurückzuführen. Diese eventuell vorhandenen Unterschiede bei der generativen Leistung (Ertrag usw.) sind somit nicht auf eine unterschiedliche Ausgangssituation vor Implementierung der Versuche, bedingt durch andere Gescheinsansätze und der damit einhergehenden Traubenzahlen zurückzuführen.

Insgesamt kann mit diesen Parametern der relativen Traubenzahl ein Einfluss auf den Fruchtansatz aufgrund differierender oder abweichender Vorjahresbedingungen bei der Ernährung oder sonstiger Einflussfaktoren auf den Traubenansatz pro Vegetationseinheit (Trieb, Auge) festgestellt werden. Dies wurde auch bei dem relativen Bezug hinsichtlich der Ertragskomponenten auf die Vegetationseinheit Trieb und Auge gezeigt. Vom Fruchtansatz liegen in Jahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 demnach, aufgrund fehlender Unterschiede zwischen den Varianten, gleiche Ausgangsbedingungen vor. Das heißt, vom Grundsatz her würden dem Menge-Güte-Gesetz (KIEFER & WEBER (1973), KIEFER ET AL. (1976) und BECKER (1991)) folgend, gleiche Mostgewichte und Erträge erwartet werden können. Wobei zu beachten ist, dass außer der Einflussgrößen durch die Düngemaßnahmen in 1998 der Anschnitt bei der Variante 'Kontrolle' sehr stark vom Anschnitt der übrigen Varianten abweicht. Insgesamt könnte somit mit diesen Parametern der relativen Traubenzahlen die gleichmäßige Ausgangssituation unter Ausschluss des

unterschiedlichen Anschnittniveaus dokumentiert werden. Eine Aussage zur Wuchssituation auf dieser Rebfläche ist im Jahr 1998 mit diesen Parametern nicht möglich.

4.3.1.10.2 Die relative Traubenzahl auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Im Jahr 1999 zeigt sich auf der Versuchsfläche Kiedrich1, dass der höhere Fruchtansatz pro Vegetationspunkt (Trieb, Auge) gegenüber dem Vorjahr durch die Parameter der relativen Traubenzahl pro ausgetriebenem Auge dokumentiert werden kann. Die Erhöhung der Werte bei den relativen Traubenzahlen im Jahr 1999 (**Abb. 3322-26**) gegenüber dem Versuchsjahr 1998 ist auf einen allgemein höheren Fruchtansatz zurückzuführen. Diese allgemeine Erhöhung zwischen den beiden Versuchsjahren, die über fast alle Varianten hinweg festzustellen ist, kann aber nicht über die Unterschiede hinwegtäuschen, die zwischen den Varianten vorherrschen. Es zeigt sich, dass die Variante 'Kontrolle', die im Jahr 1998 einen betriebsüblich überhohen Anschnitt aufwies und mit deutlichen Wuchsdepressionen reagierte, signifikant von den drei anderen Düngevarianten unterschieden werden kann. Der Einfluss der Wuchsdepression (Rückgangserscheinung) auf dieser Variante wird somit auch im Sinne der Arbeitshypothesen sehr deutlich. Die Unterschiede zwischen den Düngevarianten hinsichtlich des Wuchses können aber durch diesen Parameter nicht abgebildet werden. Dies ist darin begründet, dass der Fruchtansatz zum größten Teil durch die Strahlungsbedingungen im Spätsommer des Vorjahres über die Festlegung der Gescheinszahlen (KOBLET (1985B)) beeinflusst wird. Deshalb kann dieser Verhältnisparameter auch nur als sehr grobes Instrument zur Darstellung von Wuchsveränderungen dienen, weil auf der Fläche Kiedrich 1 auch nur der massive Wuchseinbruch auf der Variante 'Kontrolle' durch Überlastung dieser Teilparzelle durch diesen Parameter abgebildet werden kann. Wohingegen die anderen differenzierteren Wuchsunterschiede zwischen den Düngevarianten im Sinne der Arbeitshypothese b. nicht darstellbar waren. Ein Zusammenhang zwischen dem relativ gleichmäßigen Reblausbefall auf dieser Rebfläche auch im Versuchsjahr 1999 (**Abb. 3324-5**) und den relativen Traubenparametern konnte im Sinne einer Widerlegung der Arbeitshypothese a. nicht hergestellt werden.

4.3.1.10.3 Bewertung der relativen Traubenzahl auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

Die Wuchsanalyse kann durch den Parameter des relativen Ertrags unterstützt werden. Eine vollständige Dokumentation des Wuchses oder der Beleg von auch sektorial auftretenden Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen ist nicht möglich. Dies wird durch die Analyse von allen Versuchsflächen (4.3.1.10.1, 4.3.1.10.2), auch durch die nur im Anhang (9.3.3.3.2.13; 9.3.3.4.2.13, 9.3.3.5.2.13) dargestellten Flächen, bestätigt.

Die intensive Analyse der ertragsbestimmenden Parameter durch die Zerlegung in einzelne Faktoren und Darstellung in Relationen zueinander (relativer Ertrag und Traubenzahl in Bezug auf Trieb- und Augenzahlen) dient somit dem Ausschluss von Einflüssen, die in der Varianz innerhalb der Rebanlage beim Wuchs vor Versuchsbeginn liegen können. Eine Aussage zur Wuchssituation mit den Parametern der relativen Traubenzahlen auf den Versuchsflächen und in den einzelnen Versuchsjahren, auch unter Einbezug der Versuchsflächen, die lediglich im Anhang dargestellt wurden, ist nicht möglich. Ein Rückschluss auf Rückgangerscheinungen, auch sektorial begrenzt, kann mit diesem Parameter nicht vollzogen werden, um die Arbeitshypothesen zu widerlegen.

Die Faktorengruppe der relativen Traubenzahl, die in dieser aufgezeigten Weise abhängig ist von dem Nährstoffaneignungsvermögen, kann nicht in einen Zusammenhang mit dem hohen Reblausbefall auf den Versuchsflächen gebracht werden. Einen Zusammenhang zwischen dem Reblausbefall auf diesen Flächen und den relativen Traubenparametern ist im Sinne der Arbeitshypothese a. nicht herstellbar.

4.3.1.11 Das Schnittholzgewicht als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Das Schnittholzgewicht auf einer Rebanlage beträgt zwischen 2 bis 5 t/ha als Frischmasse und weist als Trockenmasse 1 bis 2,5 t/ha auf (MÜLLER ET AL. (1999)). Damit liegt ein Feuchtanteil von ca. 50 % vor, welcher auch in den vorliegenden Untersuchungen bestätigt wird. Diese unterschiedliche Holzertragsleistung beim Rebschnitt wird beeinflusst von vielen Bewirtschaftungsmaßnahmen. So zeigen RUECKERT ET AL. (1994), dass die Begrünung mit Gras zur Reduzierung des Schnittholzgewichts führt. Durch eine solche Begrünungsart wird die Nährstoff- (BERTHOLD (1991)) und Wasserversorgung (LOPES ET AL. (2004)) der Reben eingeschränkt. Im gegensätzlichen Ansatz zeigen daher MAIGRE & MURISIER (1991) auch, dass eine Erhöhung der N-Düngung den Schnittholzertrag erhöht. Wohingegen INGELS ET AL. (2005) einen geringeren Einfluss von Humusdüngern in Form

von Grünschnitten auf das Schnittholzgewicht feststellen. Dabei wird diese Sicht durch einen Langzeitversuch von 14 Jahren durch MORLAT (2008) relativiert. In den Arbeiten von MORLAT (2008) wird ein differenzierteres Bild aufgezeigt hinsichtlich der unterschiedlichen Einflüsse der Humusdüngung auf das Schnittholzgewicht in Abhängigkeit des Stickstoffgehalts, der Humusart (KULCU & YILDIZ (2005)) und der Höhe der Humusgaben pro Jahr. Hierbei wird ein eindeutiger Zusammenhang der Stickstoffdüngung in Form von Humusdüngern auf das Schnittholzgewicht aufgezeigt, wobei auch herausgearbeitet wird, dass zu hohe Gaben von Humusdüngern auch den gegenteiligen Effekt einer Reduzierung des Schnittholzgewichts hervorbringen können. Die Humusgaben und seine Auswirkungen auf das vegetative Wachstum werden somit durch die Veränderung der Schnittholzgewichte verdeutlicht. Weitere Bewirtschaftungsmaßnahmen, wie z.B. der Gipfeltermin, der auch entscheidend sein kann für den Ertrag, haben keinen Einfluss laut HUEGELSCHAEFFER ET AL. (1994) auf das Schnittholzgewicht. Wobei höhere Stockbelastungen, z.B. durch ein höheres Anschnittniveau laut MURISIER & ZUFFEREY (2003) eine Verringerung des Schnittholzgewichts hervorbringen. Dieser Einfluss der höheren Stockbelastung auf die Verringerung des Schnittholzgewichts stellen MURISIER & FERRETTI (1996) in Zusammenhang mit der Erhöhung der Kümmertriebzahl. Wobei MURISIER & ZUFFEREY (2006) anführen, dass die höhere Stockbelastung weniger stark das Schnittholzgewicht verringert als das Gipfellaubgewicht. Es ist also mit geringeren Reaktionen dieses Parameters auf erhöhte Belastungen oder Stresssituationen zu rechnen. Vor diesem Hintergrund sind auch die differierenden Ergebnisse von MURISIER (2007) zu sehen, der keinen Einfluss der Stockbelastung auf der Basis einer Variation der Standweite hinsichtlich des Schnittholzgewichts in dem vorgestellten Versuch feststellen kann. Eine zu schwache Veränderung der Wuchsbedingungen kann somit scheinbar nicht immer mit einer Veränderung beim Schnittholzgewicht belegt werden. Diese differierenden Ergebnisse sind wohl auch auf die verschiedenen Rebsorten und Anschnittniveaus zurückzuführen. So konnten REYNOLDS ET AL. (1994A,B) bei der Rebsorte Riesling belegen, dass eine höhere Stockbelastung durch den Anschnitt zu geringeren Schnittholzerträgen führt. Somit wird deutlich, dass bei einem höheren Anschnitt der vegetative Wuchs erhöht wird. Dieser erhöhte Anschnitt steht in logischer und direkter Verbindung zu einer höheren Blattfläche des Einzelstocks. Den direkten Zusammenhang von Blattfläche und Schnittholzertrag belegen STEINBERG ET AL. (1982). Damit kann der vegetative Wuchs mit dem Schnittholzgewicht beschrieben werden. Der Zusammenhang von vegetativem und generativem Wuchs konnten KELLER ET AL. (2005) anhand einer engen Korrelation

zwischen Ertrag und Schnittholzgewicht belegen. Somit ist auch die enge Verzahnung der Anschnitthöhe mit dem Schnittholzertrag zu sehen, da mit dem Faktor Anschnitthöhe ein Großteil der Ertragshöhe festgelegt wird. Im Wesentlichen kann aber festgehalten werden, dass vor allem die vegetative Leistung laut SCHWAB & PETERNEL (2006) mit der Ermittlung des Schnittholzertrags bewertet werden kann. Damit sind die Schnittholzgewichte ein eindeutiges Indiz für die vegetative Leistungsfähigkeit eines Rebstocks und dienen somit auch zur Dokumentation von Wuchsleistungen und möglichen Rückgangserrscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen. In der Regel stellt der Parameter Schnittholzgewicht aber eine sehr grobe Beurteilungsgrundlage dar, da, wie zuvor angedeutet wurde, erst bei größeren Einflüssen ein messbarer Effekt beim Schnittholzgewicht zu erwarten ist. Um die wirkliche Produktivität eines Rebstocks zu dokumentieren, wird die Unterteilung in Frisch- und Trockengewicht vorgenommen, da unter Umständen laut LÖSCH (2003) durch eine höhere Wassereinlagerung eine wesentlich schlechtere Reservestoffeinlagerung erfolgt sein kann. Die Unterteilung des Schnittholzgewichts in zweijähriges und einjähriges Holz dient der differenzierten Beurteilung der Entwicklung im Vegetationsjahr (einjähriges Holz). Weiterhin kann laut FOX (2008) beurteilt werden, inwieweit der Wuchs der Anlage auch durch das Vorjahr geprägt worden ist (zweijähriges Holz). Insgesamt können bei der reinen Analyse der Gesamtschnittholzgewichte auch sich überdeckende Einflussfaktoren auftreten, sodass die zuvor genannten differierenden Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses der Stockbelastung auch mit dieser Tatsache zu erklären sind. Daher erscheint es wichtig, auch das Schnittholzgewicht differenziert nach ein- und zweijährigem Holz zu analysieren.

4.3.1.11.1 Das Schnittholzgewicht auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Auf der Versuchsfläche Geisenheim konnten in beiden Jahren kaum Unterschiede bei den Teilschnittholzgewichten (**Abb. 3312-27, Abb. 3312-28**) ermittelt werden. Zwar konnten bei der Variante 'NPK' beim Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes signifikante Unterschiede zu den Varianten 'Kontrolle' und 'Organisch' im Versuchsjahr 1998 festgestellt werden. Die Unterschiede ließen sich aber beim Trockengewicht nicht bestätigen. Insgesamt ist in der Tendenz in beiden Jahren eine gewisse bessere Schnittholzproduktion des einjährigen und zweijährigen Holzes bei der organischen Variante festgestellt worden. Dabei ist hier aber kaum von einem Effekt zu sprechen, weil die Rebanlage an sich schon auf einem hohen Wuchsniveau liegt, sodass hier Unterschiede, besonders bei dem Schnittholz, leicht kompensiert werden können. Im Versuchsjahr 1999

(Abb. 3312-28) wird wieder eine leichte Wuchsdepression tendenziell auf der Versuchsvariante 'NPK' bei den Teilschnittholzgewichten in 1999 dokumentiert. Die Effekte sind nur bei einjährigem Holz als signifikante Unterschiede zu allen anderen Varianten zu belegen. Es scheint somit zunächst ein Effekt des Jahres 1999 zu sein, weil nur das einjährige Holz diesen Effekt der Wuchsverschlechterung, der auch bei der Wuchsanalyse kaum angedeutet wird (Abb. 3313-1a), durch ein seitwärtiges Einwandern von schlechteren Wuchswerten im Jahr 1999 zeigt. Hier zeigt sich, wie wichtig die getrennte Betrachtung des einjährigen und zweijährigen Holzes ist. So können durch diese differenzierte Betrachtung der Teilschnittholzgewichte Wuchsentwicklungen zum Teil erklärt werden oder beobachtete Wuchsentwicklungen zumindest in der Aussage bestätigt werden.

So dient die Analyse der Gesamtschnittholzgewichte, in Verbindung mit der Untersuchung der Trockengewichtsanteile, zur Beurteilung eventuell vorliegender Unterschiede hinsichtlich der Einlagerung von Wasser und Kohlenstoff in Form von Stärke (CURRLE ET AL. (1983), SOMMER ET AL. (2000)). Damit kann die Wuchsleistung der Rebe und eventuelle Rückgangerscheinungen beurteilt werden, um die Arbeitshypothesen zu überprüfen. Unterschiede konnten beim Trockengewichtsanteil kaum festgestellt werden. Lediglich im ersten Versuchsjahr 1998 konnte die organische Variante mit leicht signifikant höheren Werten aufwarten, wobei diese Tendenz im zweiten Versuchsjahr 1999 nicht bestätigt werden konnte. Dieser fehlende Unterschied bei diesem Parameter weist wiederum auf den sehr gleichmäßigen Wuchs auf dieser Variante hin.

Die Summenbetrachtung des einjährigen und zweijährigen Holzes in Form des Gesamtschnittholzgewichts ist besonders wichtig, da das zweijährige Holz auch im Versuchsjahr einem Zuwachs unterliegt und somit auch als Indikator für die Wuchsleistung im aktuellen Versuchsjahr dienen kann. Gleichzeitig kann ein Einfluss der Vorsaison durch die Analyse des Summenfaktors mit in die Betrachtung eingehen. Durch diese Betrachtungsweise werden die Tendenzen einer besseren Wuchsleistung der organischen Variante verdichtet und die etwas allgemein schwächere Wuchsleistung der Variante 'NPK' wird nochmals deutlicher durch teilweise vorhandene signifikante Unterschiede herausgearbeitet (Abb. 3312-29). Die schon bei einigen Parametern leicht angedeutete, etwas schwächere Wuchsleistung der Variante 'NPK' wird somit tendenziell nochmals dokumentiert und bestätigt. Diese für das erste Versuchsjahr auch schon festgestellte, leichte Wuchsdepression (Rückgangerscheinung) auf der Variante 'NPK' wird aber erst durch die Analyse des Gesamtschnittholzgewichts verdeutlicht. Die in der Wuchsanalyse angedeutete und zuvor aufgeführte Wuchsveränderung auf dieser Rebfläche, die mit der

Wuchsanalyse belegt wird, ist somit deckungsgleich mit den Beobachtungen bei der Gesamtschnittholzanalyse (**Abb. 3312-30**). Somit könnte dieser Parameter als unterstützender Faktor zum Beleg der Arbeitshypothese b. herangezogen werden. Eine differenzierte Flächenanalyse des Wuchses auf einer Rebfläche dürfte mit der Analyse des Gesamtschnittholzwachstums nicht möglich sein, da mit dieser Methode sektorale Rückgangerscheinungen nur mit einem sehr hohen Aufwand zu erfassen sind. Eine unterstützende Aussage zur Untermauerung der Wuchssituation nach SCHWAB & PETERNEL (2006) dürfte jedoch mit diesem Parameter durchführbar sein. Eine Korrelation der verschiedenen Schnittholzparameter zum sehr gleichmäßigen Reblausbefall (**Abb. 3314-6**) auf dieser Rebfläche kann im Sinne der Arbeitshypothese a. nicht vollzogen werden.

4.3.1.11.2 Das Schnittholzwachstum auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 konnte im ersten Versuchsjahr 1998 anhand der signifikant höheren Schnittholzwachstums beim zweijährigen Holz der Variante 'Kontrolle' (**Abb. 3322-27**) belegt werden, dass mit einem Anschnitt auf der Basis von zwei Bögen (Fruchtruten) gearbeitet wurde. Der deutlich höhere Anschnitt mit der doppelten Augenzahl auf der Variante 'Kontrolle' setzte den Einsatz von zwei Bögen voraus, um die gewünschte Augenzahl überhaupt realisieren zu können. Daher sind diese Unterschiede zu den anderen Varianten zu vernachlässigen, da die höheren Teilschnittholzwachstums allein auf der Tatsache des höheren Anschnitts beruhen und somit keine Wuchsunterschiede darstellen. Dahingegen zeigt sich, dass bei doppelt so hoher Augenzahl, die der Bewirtschafter auf der Variante 'Kontrolle' installierte, gegenüber den anderen Varianten vergleichbare Werte beim einjährigen Schnittholzwachstum vorlagen. Damit wird deutlich eine sehr starke Wuchsdepression angezeigt, da auch hier, ähnlich wie zuvor beim mehrjährigen Holz, eine deutliche Erhöhung des Schnittholzwachstums zu erwarten gewesen wäre. Wie zuvor schon bei anderen Parametern gezeigt, unterliegt dieser Parameter (einjähriges Schnittholzwachstum), wie bei der Variante 'Kontrolle', wiederum dem Problem, überhaupt eine ordentlich ausgeprägte Laubwand aufzubauen. Das Schnittholzwachstum zeigt eine deutliche Reaktion der Pflanze auf diese Überbelastung durch den Anschnitt im Sinne der Arbeitshypothese b. auf und es zeigt sich, dass die getrennte Betrachtung des einjährigen und zweijährigen Holzes sehr wichtig ist, um diese Wuchsunterschiede zu dokumentieren. Insgesamt dient dieser Parameter wiederum nur dazu, sehr extreme Wuchsveränderungen anzuzeigen. Da der Parameter die Wuchsunterschiede

zwischen den Düngevarianten, die einen intermediären Status zwischen den Varianten 'Kontrolle' und 'Organisch' aufweisen, im ersten Versuchsjahr nicht anzeigen kann, ist er nicht dazu geeignet, die kurzfristigen Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothese a. und b. zu belegen.

Im zweiten Versuchsjahr 1999 konnten auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 bei gleichen Ausgangsbedingungen hinsichtlich des Anschnitts die Unterschiede bei der Wuchsleistung durch die Analyse der Schnittholzgewichte (**Abb. 3322-28**) verdeutlicht werden. Die sehr starke Wuchsleistung der organischen Variante wird mit signifikant höheren Werten bei dem einjährigen sowie zweijährigen Schnittholzgewicht beim Frisch- und Trockengewicht, gegenüber allen anderen Varianten, belegt. Wobei beim zweijährigen Holz gegenüber der Variante 'NPK' kein signifikanter Unterschied besteht. Die Versuchsvariante 'NPK' hat sich auch im Wuchs im zweiten Versuchsjahr sehr gut entwickelt (**Abb. 3323-1a**). Es zeigt sich, dass beim längerfristigen Beobachtungsansatz, der durch den zweijährigen Bogen dokumentiert wird, weniger signifikante Unterschiede bei der Wuchsleistung gegenüber der Variante 'Organisch' bestehen. Die deutlichen Probleme, die bei der 'Kontrolle' hinsichtlich der Wuchsleistung bestehen, können nur gegenüber der organischen Variante mit Signifikanzen belegt werden. Gegenüber den anderen Varianten können durch fehlende Signifikanzwerte nur Tendenzen herausgearbeitet werden. Doch diese Tendenzen können in Zusammenhang mit den deutlich differierenden Schnittholzgewichten den intermediären Charakter der beiden Varianten 'KSS' und 'NPK' gegenüber den Varianten 'Kontrolle' und 'Organisch' beim Wuchs belegen. Zur alleinigen Bewertung der Wuchssituation auf einer Versuchsfläche würden diese tendenziellen Aussagen aber nicht ausreichen und somit können Rückgangerscheinungen zur Analyse der beiden Arbeitshypothesen mit diesem Parameter nicht vollzogen werden. Daher dient dieses Instrument nicht unbedingt zur alleinigen Dokumentation der Wuchsunterschiede auf einer Rebanlage. Der Parameter kann aber sehr gut als unterstützende Untersuchungsmethode herangezogen werden.

Bei der Analyse der Gesamtschnittholzgewichte geht eine wichtige Information der höheren Altholzanteile auf der Variante 'Kontrolle' durch die Aggregation verloren. Die bei diesem Parameter vorherrschenden signifikanten Unterschiede der Variante 'Kontrolle' auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 gegenüber den anderen Varianten, können bei der Analyse der Gesamtschnittholzgewichte nicht mehr festgestellt werden (**Abb. 3322-29**). Wie bereits angedeutet ist daher die getrennte wie auch gemeinsame Untersuchung der ein- und zweijährigen Schnittholzgewichte von Vorteil. Viele Arbeiten wie z.

B. FOX (2008) analysieren aber nur die Gesamtschnittholzgewichte. Aus versuchstechnischen Gründen wird meistens bei vielen Arbeiten nicht in Teilschnittholzgewichte differenziert, da ansonsten eine detaillierte Wuchsanalyse wegen des hohen Arbeitsaufwands nicht möglich wäre. Eine detaillierte und differenzierte Analyse kann aber nur mit der Betrachtung der Teilschnittholzgewichte erfolgen.

Vor dem Hintergrund, dass bei der Variante 'Kontrolle' eine doppelte Anschnitthöhe gegenüber den anderen Varianten vorliegt, ist somit auch bei der Gesamtbetrachtung des Schnittholzgewichts der fehlende Unterschied zu den Düngevarianten bemerkenswert. Dieser fehlende Unterschied bei vorliegender, doppelt so hoher Triebzahl deutet somit auf sehr schwere Wuchsdepressionen hin, die sich auch bei der Wuchsanalyse im Jahr 1998 belegen lassen (**Abb. 3323-1a**). Die Analyse der Gesamtschnittholzgewichte bildet somit eine schwere Wuchsdepression auf der Variante 'Kontrolle' ab. Die anderen Wuchsunterschiede auf den Düngevarianten können aber im ersten Versuchsjahr nicht herausgearbeitet werden. Daher dient dieser Parameter auch nur bedingt zur Beschreibung von Wuchsunterschieden und Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b. Die Aussage von SCHWAB & PETERNEL (2006) und FOX (2008), dass mit dem Parameter „Schnittholzgewicht“ die vegetative Leistung einer Rebanlage beschrieben werden kann, muss zumindest so weit eingeschränkt werden, dass die Beschreibung der vegetativen Leistung einer Rebanlage in einem sehr groben Umfang und nur unter Einbezug mit Vorinformationen zur Bewirtschaftung (Anschnitt) der Rebfläche erfolgen kann. Eine differenzierte Teilflächenbetrachtung oder Analyse von sektorialen Rückgangerscheinungen, ist mit dieser Methode auch hinsichtlich der Bewertung der Arbeitshypothesen nicht möglich.

Die Gesamtschnittholzgewichte zeigen mit signifikanten Unterschieden im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 deutlich die sehr hohe Wuchsleistung der Variante 'Organisch' gegenüber allen anderen Varianten an (**Abb. 3322-30**). Selbst die signifikant geringeren Feuchtwerte der Variante 'Organisch' deuten auf eine höhere Einlagerung von Kohlehydraten laut BETTNER & BETTNER (1979), aufgrund einer besseren Wuchssituation dieser Variante hin (CURRLE ET AL. (1983)). Die sehr geringe Wuchsleistung der Variante 'Kontrolle' wird mit signifikanten Unterschieden gegenüber der Variante 'Organisch' dokumentiert. Dabei weist die Variante 'Kontrolle' fast nur den halben Umfang an Schnittholzgewicht auf. Der absolute Wert von 575 g Schnittholz/Rebstock für die Variante 'Kontrolle' ergibt einen Schnittholzertrag von 2,2 t/ha als Frischmasse. Dieser Wert liegt laut MÜLLER ET AL. (1999) am unteren Ende des Bereiches in dem sich das

Schnittholzgewicht, gemessen als Frischmasse, bewegt. Die sehr starke Wuchsdepression auf dieser Variante wird damit deutlich aufgezeigt (**Abb. 3323-1a**). Zumal im Gegensatz die organische Variante mit einer extra polierten Schnittholzproduktion von knapp 4 t/ha als Frischmasse im oberen Bereich der möglichen Schnittholzproduktion auf einer Rebfläche, laut MÜLLER ET AL. (1999), liegt. Die sehr hohe Wuchsleistung der Variante 'NPK' gegenüber der 'Kontrolle' und die bei dem Wuchs intermediär liegende Variante 'KSS' können mit dem Gesamtschnittholzgewicht nicht abgebildet werden. Weiterhin zeigt der statistisch niedrigere Feuchtwert bei der Variante 'Organisch' auch eine tendenziell höhere Fähigkeit zur Kohlenstoffeinlagerung ins Holz an (SCHAEFER (1971)), sodass dadurch wiederum die bessere Wuchsleistung der organischen Variante dokumentiert wird. Aber insgesamt kann dieser Parameter des Gesamtschnittholzgewichts kaum herangezogen werden, um auch kleinere und mittlere Wuchsdepressionen festzuhalten, welche auch auf pilzliche oder tierische Schaderreger, wie z. B. die Reblaus, als Verursacher für die Wuchsdepression, im Sinne der Arbeitshypothese a., hindeuten.

4.3.1.11.3 Bewertung der Schnittholzgewichte auf den Versuchsflächen zur Beurteilung des Wuchses der Reben

Zusammenfassend kann zu den Parametern des Schnittholzgewichts festgehalten werden, dass es bei fast allen Flächen nicht gelang, die tatsächlichen Wuchsunterschiede auf den Teilflächen der Versuchsflächen zu dokumentieren. Allenfalls bei einem sehr gleichmäßigen Wuchs (Anhang: Versuchsfläche Eltville Kap. 9.3.3.5.3) gelang es, die Wuchsverhältnisse mit diesen Parametern abzubilden. Bei vielen der Versuchsflächen konnten bei den Teilgewichten rudimentär vorliegende signifikante Unterschiede beim zweijährigen Holz festgestellt werden, wohingegen in der Gesamtbetrachtung des Holzgewichts diese Unterschiede egalisiert wurden. Somit konnten die vorhandenen Unterschiede nicht mehr herausgearbeitet werden. Hier wird deutlich, dass eine Gesamt- sowie Einzelbetrachtung der Holzgewichte sehr wichtig ist.

Die Reaktion auf die Düngemaßnahmen lässt sich nur beim einjährigen Holz durch signifikante Unterschiede in wenigen Versuchsflächen belegen. Dies steht auch im Kontext mit der Reaktionsfähigkeit eines solchen perennierenden Systems wie der Rebe. Das System zeigt natürlich zunächst Reaktionen bei dem aktuellen Aufwuchs (einjährige Triebe) bevor es, hinsichtlich einer Gewichtssteigerung zu Reaktionen beim Altholzanteil kommt. So zeigt das zweijährige Holz, welches in der Regel kaum einen solchen Massenzuwachs innerhalb der Vegetationsperioden aufweist, natürlich statistisch

absicherbare Ergebnisse erst später oder bei noch längeren und massiveren Einflüssen an. Es zeigt sich wiederum, dass die Analyse dieses Parameters die Wuchsentwicklung gut abbildet, aber das Schnittholzgewicht erst bei größeren Einflüssen mit statistisch zu unterscheidenden Werten aufwartet. Das Schnittholzgewicht ist somit ein sehr grobes Instrument zur Feststellung von Wuchsunterschieden. Darüber hinaus wird deutlich, dass eine längere Betrachtungszeit bei perennierenden Gewächsen wichtig ist.

Insgesamt dient der Parameter Gesamtschnittholzgewicht aber durch seine grobe Beschreibung der Wuchssituation einer Rebanlage nicht dazu, die sichtbaren Wuchsunterschiede im Detail zu dokumentieren.

Als Darstellungsform für die Wuchsentwicklung einer Rebanlage sollten die Parameter der Schnittholzgewichte nicht überschätzt werden. Die Schnittholzgewichte dienen aber als wertvolle Information, um bestehende Wuchsunterschiede besser verstehen oder erklären zu können. Darüber hinaus kann mittels dieser Schnittholzparameter dazu beigetragen werden, dass die Ursachen für die Wuchsveränderungen besser aufgedeckt werden können. Eine Relation zwischen Schnittholzgewicht und Reblausbefall konnte im Sinne der **Arbeitshypothese a** nicht hergestellt werden, sodass vorhandene Wuchsunterschiede auch nicht auf einen unterschiedlichen Reblausbefall oder den Reblausbesatz an sich auf einer Rebanlage zurückgeführt werden konnten.

4.3.1.12 Die Boden- und Blattanalysen als Indikator für Wuchsveränderungen bei Reben

Mit der Humusdüngung sollte nach ZIEGLER (2007) nicht mehr als der dreifache Jahresbedarf an pflanzenverfügbarem Stickstoff ausgebracht werden. Die Festlegung einer Maximalhöhe an Humusgaben erfolgt vor allem, um nach LAMMEL & FLESSA (1998) Nitratbelastungen der Gewässer durch Stickstoffüberdüngungen zu verhindern. In diesem Zusammenhang zeigen SCHALLER ET AL. (2002), dass vor allem zwei Ursachen für den Eintrag von Nitrat in das Grundwasser verantwortlich sind. Dabei werden die Düngung und die Mineralisation von organischen Substanzen von den Autoren genannt. Durch den von BERTHOLD (1991) aufgeführten Priming-Effekt, der die N-Dynamik bei der Mineralisation verstärkt, können noch höhere Mengen als die zusätzlich gedüngten N-Mengen in die Bodenlösung gelangen. Diesem Effekt kann aber entgegengearbeitet werden. So beschreiben z. B. MUELLER ET AL. (1991), dass bei sandigen Böden durch eine N-Gabe in Form von Dicyanamid der N-min Gehalt im Boden reduziert werden -kann. In diesem Zusammenhang sind die Kalkstickstoffdüngungen zu sehen, die bei den Versuchen (siehe

Anhang Kap. 9.2.4) implementiert wurden. Weiterhin kann durch die starke Verschiebung des C/N-Verhältnisses hin zur Kohlenstoff-Komponente beim Einsatz eines sehr C-haltigen Humusdüngers, wie z.B. Sägemehl (KWASNA ET AL. (2000)), nach MUELLER (1991) eine N-Fixierung erreicht werden. Diese N-Fixierung wird durch MUELLER (1991) auch als negativer Priming-Effekt bezeichnet. In diesem Zusammenhang zeigt RASP (1994), dass organische Dünger mit hohem C-Gehalt aus der Holzverarbeitung die mikrobielle Aktivität, die Wasserhaltekapazität und die Verfügbarkeit von Nährstoffen erhöhen. Dabei empfiehlt RASP (1994) eine Gabe von 300 bis 500 cbm Sägemehl pro Hektar. Innerhalb der Versuche wurden bei den Sägemehlvarianten 1000 cbm Sägemehl angewandt, um die Effekte der Humusdüngung (ZIEGLER (2004A)) mit sehr hohen C-Gehalten aufzeigen zu können. Bei den Stallmistgaben wurden im selben Zusammenhang auch erhöhte Mengen aufgebracht, um besonders die Aktivität der Böden (RUPP (2000)) in Form der mikrobiologischen Aktivität, laut HAMM (1997) und RASP (1994) sowie die Wasserhaltekapazität (RASP (1994)) der Böden zu erhöhen. Diese Überlegung stand im Vordergrund, weil laut MÜLLER ET AL. (1999) nicht die absolute Menge an Nährstoffen, sondern deren Verfügbarkeit für die Rebe von Bedeutung ist. In diesem Zusammenhang spielen laut MÜLLER ET AL. (1999) besonders die Wasserversorgung und die biologische Aktivität des Bodens eine wichtige Rolle. Um aber die Einflüsse der Bewirtschaftung auf den Wuchs der Reben in Form der Düngung aufzuzeigen (Arbeitshypothese b.) und damit von den Einflüssen des Reblausbefalls (Arbeitshypothese a.) separieren zu können, wurden die erhöhten Stallmistgaben ausgebracht. Diese Stallmistgaben gehen weit über die als optimal angesehene jährliche Gabe von 10 bis 20 t pro Hektar Stallmist mit einem zusätzlichen moderaten Düngereffekt von Makronährstoffen (NPK) hinaus, welche hinsichtlich einer nachhaltigen Produktion ohne Verursachung von Umwelteinträgen von Makronährstoffen durch BUJAC & JURAVEL (1991) angegeben werden. In einem ähnlichen Ausmaß geben CABALLERO ET AL. (1995) unter dem Gesichtspunkt einer möglichen Überdüngung von N und P und einem abnehmenden positiven Effekt auf die Qualität oberhalb dieser Düngerspanne eine jährliche Stallmistgabe von 5 bis 12 t/ha an. Hinsichtlich der Qualitätsverschlechterung stellen MAIGRE & MURISIER (1991) fest, dass eine erhöhte N-Düngung zur Erhöhung des Botrytisbefalls führt und somit oft zu Qualitätseinbußen. Diese Problematik sowie die Umweltprobleme durch den Eintrag von Nitrat in das Grundwasser führen laut SCHALLER ET AL. (2002) zu Düngerempfehlungen, die diesen Problemen entgegenwirken sollen. So gibt ZIEGLER (2002C) an, dass dieser Nitrat-Problematik entgegengewirkt wird, indem die Düngungen an die Entzüge der Rebe orientiert

werden. Die Düngungen sollten hinsichtlich der Makronährstoffe auch aufeinander abgestimmt sein (ZIEGLER (2006)). Um aber besonders der Nitrat-Problematik entgegenzuwirken, empfehlen LÖHNERTZ & SCHALLER (1989), dass der N-min-Gehalt im Frühjahr im Boden den Wert von 60 bis 70 kg nicht übersteigen sollte. Oberhalb dieser Werte sollte keine Düngung mit Stickstoff mehr erfolgen und unterhalb dieser Werte sollte die Differenz zu dieser Spanne aufgedüngt werden. Wobei je nach Düngerart (schnell-/langsamwirkende Stickstoffkomponenten) darauf zu achten ist, dass der gedüngte Stickstoff erst ab der Blüte im Boden, z. B. als Nitrat, zur Verfügung steht, da ab diesem Zeitpunkt laut SCHALLER & LOEHNERTZ (1988) erst ein Entzug an Stickstoff durch die Reben aus dem Boden erfolgt. Zuvor wird der Stickstoffbedarf aus dem Arginindepot in Wurzeln und Holz der Rebe bis hin zur Blüte gedeckt (SCHALLER & LOEHNERTZ (1988)). Stickstoffversorgungsprobleme, auch aufgrund von der falschen Terminierung, können somit zu Stickstoffunterversorgungen führen. In diesem Zusammenhang zeigen SCHALLER ET AL. (1984), dass die Stickstoffdüngung die N-Gehalte im Most erhöht. In gleicher Weise wird hinsichtlich der Kaliumdüngung von AERNY ET AL. (1999) gezeigt, dass diese einen starken Einfluss auf den Kaliumgehalt im Most ausübt. So steht die Düngung und hier speziell die N-Düngung im Spannungsfeld zwischen Weinqualität und Umweltproblematik. So geben MÜLLER ET AL. (1998) an, dass innerhalb ihrer Untersuchungen eine Stickstoffdüngung von 40 bis 50 kg N/ha im Allgemeinen zur Erhaltung der Qualität ausreichend war. Hinsichtlich des Wuchses von Reben wurde in Anlehnung an die Internodienlänge und Triebdicke von ZANATHY ET AL. (1996) festgestellt, dass eine Düngung von 90 kg/ha als Optimum anzusehen ist. Dieser erhöhte Wert für die N-Düngung laut MÜLLER ET AL. (1998), KNITTEL & ALBERT (2003), ZIEGLER (2002B), ZIEGLER (2002C) und ZIEGLER (2006), kann vor allem zur Anwendung kommen falls Stickstoff-Nährstoffmangelsymptome, z. B. in Junganlagen, (ZIEGLER (2005)) auftreten. Vor allem bei zu hohen Stickstoffgaben werden laut ILLMER & SCHINNER (1999) auch die Interaktionen von Pilzen und Wurzel gestört oder verändert. Die Folgen einer Veränderung von Pilzzönosen im Boden beschreibt HUBER (2007). Besonders hinsichtlich einer angepassten Humusdüngung können aber, wie aufgezeigt wurde, positive Entwicklungen über die mikrobiologische Aktivität hinaus auf den Wuchs der Rebe hin erfolgen. Neben den reinen Düngungseffekten spielt die bessere Wasserversorgung eine wichtige Rolle. Daher wurde versucht, diese Effekte im Zusammenhang mit dem Wuchs (Rückgangerscheinungen) und dem Reblausbefall in den Versuchsanlagen zu stellen, um die Effekte in der Arbeitshypothese a. und b. voneinander getrennt analysieren zu können. Weiterhin wurde auch versucht,

durch den Kalkstickstoff über die bessere Bereitstellung und Aufnahme (VILSMEIER & AMBERGER (1988)) des Stickstoffs (THIMM (1988)) durch die langsam fließende Stickstoffkomponente dieses Düngers, den Einfluss der Cyanamid-Phase (WÜNSCH & AMBERGER (1974)) auf die Reblauspopulation im Gewächshaus (siehe Anhang Kap. 9.2.4., 9.3.2.1) sowie im Freiland (siehe Anhang Kap. 9.2.4.2, 9.3.2.2 PORTEN ET AL. (2000C), HUBER ET AL. (2000)) zu testen. Da gewisse Einflüsse der höheren Kalkstickstoffgaben auf die Reblauspopulation zu erkennen waren, die zwar im Freiland nicht von langer Dauer waren, wurde die Variante 'KSS' in das Versuchsdesign dieser Arbeit aufgenommen. Zudem wirkt die Cyanamidphase des Kalkstickstoffs auch auf pflanzenpathogene Pilze im Boden (KUNZ (1954), MÜLLER (1955), VERONA (1970), LOHUIS (1991)), sodass damit auch eine Habitatveränderung erreicht werden kann, ohne einen Einfluss auf andere Bodenorganismen (non-target-effects) in Kauf nehmen zu müssen. Daher wurden bodenbiologische Test (siehe Anhang Kap. 9.2.4.2.1 u. 9.2.4.2.2) durchgeführt um die Effekte durch hohe Gaben an Kalkstickstoffprodukten auf andere Bodenorganismen (non-target-effects) zu bewerten. Weiterhin ist eine hormonale Wirkung des Cyanamids (MURISIER ET AL. (1990)) als Dormanzbrecher bekannt, sodass eine frühzeitige Applikation weit vor dem Austrieb erfolgte. Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangslagen auf den verschiedenen Versuchsanlagen und der differierenden Applikationen hinsichtlich der Humusart, die betriebsüblich verwendet wird, ist die Bewertung der Ernährungssituation nach Versuchsanlagen getrennt notwendig, um die Rückgangerscheinungen laut den Arbeitshypothesen richtig einordnen zu können.

Die Blattanalyse stellt bei der Bewertung der Ernährungssituation eine im deutschen Weinbau nicht oft verwendete Methode dar, die aber sehr genaue Aussagen über den Ernährungszustand der Reben erbringen kann und somit besondere Vorteile bei der Bewertung von Wuchsunterschieden hat. Die Autoren SCHALLER & LÖHNERTZ (1985), SCHALLER (1988) und SCHALLER (1997) stellen die Blattanalyse in Form der DRIS-Methode (SCHALLER & LÖHNERTZ (1985)) zur Bewertung des Ernährungszustands der Weinrebe vor. SCHALLER & LÖHNERTZ (1989) weisen darauf hin, dass die Bodenanalyse eine begrenzte Aussagefähigkeit hat, weil Sie nicht den aktuellen Ernährungszustand der Reben aufzeigen kann, so sind hiermit immer Fehlinterpretationen verbunden. Aufgrund dieser Ausgangslage wurden in der vorliegenden Arbeit beide Methoden, die Bodenanalyse sowie die Blattanalyse angewendet.

So weist ZIEGLER (2002B) darauf hin, dass die Blattanalyse ein gutes Mittel zur Analyse des Ernährungszustands der Rebe ist. Die Autoren BALO ET AL. (1988) haben die

Blattanalyse als Methode zur Beurteilung des Ernährungszustands der Rebe bestätigt, indem sie auch unter anderem Beziehungen zwischen N- oder P-Düngungen zu den festgestellten Blattanalysewerten herstellen konnten. Ebenfalls können in diesem Zusammenhang die Autoren MAIGRE & MURISIER (1991) zeigen, dass die N-Gehalte der Blätter durch eine N-Düngung erhöht werden. Weiterhin kann LÖHNERTZ (1991) zeigen, dass eine Korrelation zwischen Nmin-Gehalten im Boden und N-Gehalten im Blatt zum Austrieb besteht. Ebenso zeigt LÖHNERTZ (1988), dass die Makronähstoffe NPK einige Wochen nach dem Austrieb, vor allem aus dem Holzteil des Rebstocks, bestritten werden. Hierdurch werden in der ersten Wachstumsperiode auch deutlich Einflussfaktoren für die Gehalte des Blattes evident. Weiterhin führt der Autor aus, dass die maximale Aufnahme rate der Makronähstoffe aus dem Boden zum Entwicklungsstadium der Blüte vorliegt. Darüber hinaus zeigen MURISIER & ZUFFEREY (2006), dass eine höhere Stockbelastung den Kaliumgehalt in den Blättern verringert. So zeigen BETTNER ET AL (1986), dass vor allem zur Lese hin ein sehr hoher Gehalt an Kalium in den Blättern sowie in der Traube vorliegt, wobei in den Blättern ein immens hohes Verhältnis K/Mg von 10/1 vorliegt. Aufgrund der „antagonistischen“ Wirkung dieser beiden Makronährstoffe, kann daher oft von einem Mg-Mangel zu diesem Zeitpunkt ausgegangen werden.

Durch KOBLET ET AL. (1996) wird belegt, dass die Seneszenz der Haupttriebblätter vor allem abhängig ist von dem C- und N-Ernährungszustand der Rebe. Die vor allem zur Reife hin auftretenden Seneszenzerscheinungen, die auch eine Blattanalyse erschweren können, sind somit auch als Einflussfaktor zu sehen. An diesen Beispielen wird deutlich, dass auch eine starke Beeinflussung von Ernährungszuständen hinsichtlich der unterschiedlichen Einzelmakronähstoffgehalten im Blatt vorliegen und somit über die unterschiedlichen Entzugsmengen der Makronährstoffe aus dem Boden in Abhängigkeit des Entwicklungsstadium der Rebe (BBCH-Code), siehe auch Phänologische Stadien im Anhang Kap. 9.2.5.2. (Tab. 25-4)) sich auch gegenseitig beeinflussen können oder interagieren. Um auch diese Interaktionen mit in die Betrachtung einbeziehen zu können, weist SCHALLER (1997) darauf hin, dass eine Analyse der ermittelten Blatt Nährstoffgehalte nur möglich ist mit einer Datenbank, die gewisse Variationen berücksichtigt, die vor allem auf Einflussgrößen wie Rebsorte, Jahr und Entnahmezeitpunkt innerhalb der Vegetationsperiode einhergehen. Weiterhin wird den Interaktionen der Makronährstoffe auch bei der Interpretation der Blattanalyse Rechnung getragen, da im DRIS-Verfahren nach Beaufils 1973 Indizes ermittelt werden, die auf der Einbeziehung der Makronährstoffinteraktionen beruhen. Das DRIS-Verfahren wurde vor allem durch die Autoren SCHALLER

& LÖHNERTZ (1985) für Reben angepasst. Wobei sich auch bei allen anderen Pflanzenarten bei der Interpretation der einzelnen Werte (PARENT & DAFIR (1992) Probleme einstellen. So berichtet SCHALLER (1988) bei Reben von der Schwierigkeit, dass unterschiedliche P-Düngungsvarianten nicht mit dieser Blattanalysemethode belegt werden konnten. Nach Einbezug der Trockensubstanz in die Berechnungsformel nach ELWALI & GASCHO (1988) und einer Abänderung der Berechnungsformel zum Einbezug der Blatt-nährstoffdatenbank nach PARENT & DAFIR (1992) durch die Compostional Nutrient Diagnosis (CND), kann der aktuelle Ernährungszustand von Reben laut SCHALLER ET AL. (1995) mit diesem System sehr gut belegt werden. Das System ordnet somit die zum entsprechenden Zeitpunkt des Blattentnahmezeitpunktes ermittelten Blatt-nährstoffgehalte in ein auch für Praktiker einfaches System des aktuellen Ernährungszustands ein. Es zeigt auf, ob der Rebstock sich in einem akuten Mangel, latenten Mangel, einer optimalen Versorgung oder einer Luxusversorgung befindet.

Die Versorgung der Rebe mit Makronährstoffen ist vor allem in der Weinwirtschaft sehr wichtig, da durch die Nährstoffgehalte des Mostes (DIETRICH & GROSSMANN (2005)) die alkoholische Gärung während des nachfolgenden Verarbeitungsprozesses immens beeinflusst wird. Da nach MAIGRE ET AL. (1991) ein Zusammenhang zwischen dem N-Gehalt im Most und der Blätter zum Durchgärverhalten von Mosten besteht, wird die Notwendigkeit über das Wissen um den Ernährungszustand der Reben besonders deutlich. Die Blattanalyse kann hiermit ein besonders gutes Instrument darstellen, um sich dieser Fragestellung zu nähern und Wuchsunterschiede und Rückgangerscheinungen im Sinne der beiden Arbeitshypothesen zu erklären.

4.3.1.12.1 Die Bodenanalysen auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Bei der Analyse der pH-Werte des Bodens auf der Versuchsfläche Geisenheim werden Werte ermittelt (**Abb. 3311-1**), die es erlauben, den Boden nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1992) als leicht alkalisch zu bezeichnen. Die Analysewerte liegen somit in einem Bereich, der den Bodenbeschreibungen innerhalb des Kapitels 2.5 (**Tab. 25-1**) auf der Basis der Bodenkartierung der hessischen Weinbaugebiete entspricht. Auffallend ist aber, dass zwischen den Düngevarianten keine unterschiedlichen pH-Werte festzustellen sind, obschon laut GISI (1997) eine Versorgung mit ammoniumhaltigen Stickstoffdüngern eine pH-Wert-Absenkung verursachen kann (BOSCH & AMBERGER (1974)). Weiterhin weist GISI (1997) darauf hin, dass besonders bei sehr C-haltigen Humusdüngern eine

erhöhte Menge an Huminsäuren freigesetzt wird, die auch zu einer pH-Wert-Absenkung des Bodens beitragen kann AMBERGER (1996). Daher wäre bei einer solch hohen Applikationsmenge von 1000 cbm/ha Sägemehl eine Reaktion im zweiten Versuchsjahr in Form von einer pH-Wert-Absenkung zu erwarten gewesen. Bei den im Grenzbereich zwischen alkalisch und sauren befindlichen Böden auf der Versuchsfläche Geisenheim wäre die pH-Wert-Absenkung von Vorteil gewesen, weil die beste Nährstoffversorgung mit Makronährstoffen bei diesen Böden laut AMBERGER (1996) im leicht sauren Milieu vorliegt. Die Tatsache, dass die Böden auf der Versuchsfläche Geisenheim bei einer Gabe solch hoher Menge an sehr C-haltigem Humusdünger ohne pH-Absenkung reagieren, spricht laut AMBERGER (1996) für deren starkes Puffervermögen.

Beim Humusgehalt der Böden der bei der ersten Beprobung im ersten Jahr 1998 zwischen 2,8 bis 3% lag (**Abb. 3311-2**) und somit laut MÜLLER, E. (2001A) im oberen Optimalbereich liegt, hinsichtlich der Versorgung der Reben und der Problematik der N-Mobilisierung aus den organischen Bodenbestandteilen. Die optimalen und auch sehr hohen Werte beim Humusgehalt bestätigen somit die Aussagen, die zur Bewirtschaftung hinsichtlich dieser Fläche im Vorfeld des Versuches gemacht wurden. Diese relativ hohen Humuswerte zeigen somit, dass vor Versuchsbeginn eine für den Standort angepasste Humuswirtschaft durchgeführt wurde. Weiterhin wird im Gegensatz zur pH-Werte-Messung die Folge der hohen Sägemehlgabe deutlich. Der Humusgehalt steigt auf der Variante 'Organisch' von 3 % im Jahr 1998 auf 5 % im Jahr 1999 an (**Abb. 3311-2**). Bei solch hohen Humusgehalten ist nach AMBERGER (1996) und MÜLLER, E. (2001A, B) mit sehr hohen Mineralisationsraten und Nitratfreisetzungen zu rechnen. Jedoch wird der sehr hohe C-Gehalt des Sägemehls vor allem zu einer Fixierung von Stickstoff führen (GISI (1997)). Die im Folgenden dargestellten N-min-Werte bestätigen diesen Effekt. Somit kann durch diese sehr starke N-Fixierung ein negativer Priming-Effekt festgestellt werden. Diese starke N-Fixierung kann sogar zu Stickstoffmangelsymptomen, in Form von Blattaufhellungen, führen, die aber in Geisenheim innerhalb der Versuchsjahre nicht festgestellt werden konnten. Insgesamt spricht dies für eine sehr gute N-Versorgung und die sehr gute Pufferung des Bodens. Die pH-Wert-Analyse im Kapitel zuvor bestätigt diesen Effekt. Damit kann festgestellt werden, dass durch die Bewirtschaftung im Vorfeld des Versuches der Boden auf dieser Versuchsfläche ausreichend versorgt war mit Nährstoffen. Dadurch wirkte sich diese starke Fixierung der Nährstoffe nicht negativ auf die Verfügbarkeit der Makronährstoffe aus. Insgesamt wird die sehr hohe Wachstumsleistung, die durch

die Wuchsbonturen belegt wurden, auch mit dieser sehr guten Nährstoffversorgung und -verfügbarkeit erklärbar. Mit diesen Erkenntnissen konnte die Wuchleistung erklärt aber nicht belegt werden, sodass der Humusgehalt mit seinen Erklärungsansätzen die Rückgangerscheinungen im Sinn der Arbeitshypothesen von seiner Ursache her erklärt, aber diese nicht beschreiben und dokumentieren kann.

Bei der Stickstoffversorgung der Böden wird anhand der N-min-Werte deutlich, dass die Böden aller Versuchsvarianten im Versuchsjahr 1998 mit ca. 40 kg NO₃N/ha in der Bodenschicht 0 bis 60 cm (**Abb. 3311-3**) keine ausreichende N-Versorgung aufweisen, sodass eine Aufdüngung auf einen Wert von 50 bis 70 kg NO₃N/ha anzuraten wäre, laut LÖHNERTZ & SCHALLER (1989) und KNITTEL & ALBERT (2003). Die höheren Düngegaben mit 120 kg N/ha bei den Varianten 'KSS' und 'NPK' dienen der reinen Vergleichbarkeit und übersteigen natürlich diese maximal anzustrebende Düngegabe (AICHER ET AL. (2004)), auch unter Einbezug von einzukalkulierenden Verlusten. Da aber aufgrund der Topfversuche (siehe Anhang Kap. 9.2.4.1 u. 9.3.2.1), wenn überhaupt, eine Reaktion der Cyanamid-Phase auf die Reblaus erst bei höheren KSS-Gaben vorliegen wird, mussten solche hohen Düngergaben gewählt werden, um eine eventuelle Wirkung des Cyanamids auf die Reblauspopulation (9.3.2.2) testen zu können. Die Reaktionen auf die Düngergaben werden im zweiten Versuchsjahr besonders deutlich mit den N- min-Werten dokumentiert. Sehr deutlich wird die bereits angesprochene N-Fixierung (MUELLER (1991)) durch die hohe Sägemehlgabe bei der Variante 'Organisch', mit N-min-Werten von 15 kg NO₃N/ha im Bereich 0 bis 60 cm gegenüber 40 bis 60 kg NO₃N/ha bei den anderen Varianten dokumentiert. Bei einer fehlenden Aufdüngung könnten diese N-Werte auf der Variante 'Organisch' zu Stickstoffmangelsymptomen (ZIEGLER (2005)) führen. Sehr deutlich wird auch die bessere Stickstoffstabilität auf der Variante 'KSS' anhand der N-min-Werte über die Bodenhorizonte hinweg. Im Bereich 0 bis 60 cm weist diese Variante einen N-min-Wert von 58 kg NO₃N/ha auf, sodass laut LÖHNERTZ & SCHALLER (1989) fast von einer optimalen Versorgung im Frühjahr ausgegangen werden kann. Die Variante 'KSS' ist auch die einzige Variante, die im Bodenbereich von 60 bis 90 cm noch eine gute N-min-Versorgung mit knapp 33 kg NO₃N/ha aufweist. Bei den anderen Varianten ist demnach eine hohe N-Fixierung wie bei der Variante 'Organisch' aufgetreten, oder die hohen Stickstoffgaben wurden, wie z. B. bei der Variante 'NPK' und 'Kontrolle', in Form von Nitrat in tiefere Bodenschichten verlagert (SCHALLER ET AL. (2002)) und stehen der Pflanze somit nicht mehr zur Verfügung. Die hohe Stabilität des Stickstoffs

auf der Variante 'KSS' kann mit der Nitrifikationshemmung durch das Di-cyandiamid, einem Abbauprodukt des Cyanamids im Kalkstickstoff (KSS) erklärt werden (RATHSACK (1978), AMBERGER (1996)). Damit stehen auf der Variante 'KSS' höhere Mengen an Stickstoff zur Verfügung, wobei sich dieses höhere Nährstoffangebot nicht in einem besseren Wuchs dieser Variante (**Abb. 3313-1b**) widerspiegelte. Die im Vorfeld dieser Rebanlage sehr ausgeglichene Nährstoffversorgung (ZIEGLER (2006)) führt somit zu einer sehr guten, ausgewogenen Nährstoffverfügbarkeit für die Rebe.

Diese potenzielle Wuchsleistung, die auf dieser Versuchsfläche vorlag, konnte somit vor allem durch die Bewertung der Stickstoffgehalte im Boden für die Bewertung der Arbeitshypothesen herangezogen werden. Wobei der Nährstoff Stickstoff hierbei viele Erklärungsansätze für Wuchsveränderungen und mögliche Rückgangerscheinungen, im Sinn der Arbeitshypothesen, hervorbrachte, eine Beschreibung oder Bewertung des Wuchses aber war natürlich mit den Untersuchungsergebnissen zum Stickstoff nicht möglich.

Die Phosphatgehalte auf der Rebfläche Geisenheim zeigen im Versuchsjahr 1998 eine optimale Versorgung (**Abb. 3311-4**) in den Bodentiefen 0 bis 60 cm, mit Werten innerhalb der Versorgungsstufe C, (SCHALLER (2008A), SCHALLER & LÖHNERTZ (1989), KNITTEL & ALBERT (2003)) an. Teilweise werden die Werte für die optimale Versorgungsstufe C nur im Bereich 30 bis 60 cm unterschritten. Im Allgemeinen sind durch jahrzehntelange Überdüngungen mit Standard-NPK-Mehrstoffdünger, mit überhohen Anteilen von 12 bis 15 % P_2O_5 die Weinbergsböden in der Regel stark mit Phosphat (AICHNER & ANDREAS (1998), ZIEGLER & RIEDEL (2007), SCHRAMM & RESCH (2008)) überversorgt. Daher zeigen diese niedrigen Phosphatwerte an, dass im Vorfeld der Versuche auf dieser Fläche eine sehr an den Standort angepasste Düngung, besonders auf der Basis von Humusdüngern (Stallmist), durchgeführt wurde. Die generell etwas höheren Werte im zweiten Versuchsjahr, die eine Überversorgung im Bereich 0 bis 30 cm Bodentiefe anzeigen und eine Unterversorgung im Bereich 60 bis 90 cm Bodentiefe aufweisen, deuten an, dass die Bodenanalyse auch sehr großen Schwankungen unterliegen kann und deshalb die Interpretation oft sehr schwierig ist (MÜLLER (2003)).

Durch die unterschiedlichen Phosphatmengen, die in den Versuchsjahren 1998 und 1999 mit unterschiedlichen NPK-Mehrstoffdüngern auf die Varianten aufgebracht wurden, sollten auch stärkere Unterschiede bei den Bodengehalten von Phosphat, zumindest im Jahr 1999 nach Etablierung der Versuche, zu finden sein. Die Gleichmäßigkeit der Phosphatgehalte auf den verschiedenen Versuchsvarianten (**Abb. 3311-4**) verdeutlicht somit

die Problematik der Bodenanalyse. Die Bodenanalyse kann somit nur als grober Faktor zur Bestimmung der Ausgangssituation gesehen werden und sollte vor allem auch im Zusammenhang mit den Blatt Nährstoffgehalten interpretiert werden (FARDOSSI (2002)). Die unterschiedliche Verteilung der Phosphatgehalte im Jahr 1998 zum Jahr 1999 über die Bodentiefen hinweg zeigt auch eine unterschiedliche Auszehrung von Phosphat im Boden durch das Wurzelsystem an. Weil das Phosphat kaum dem Massenfluss im Boden unterliegt (MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996), GISI (1997)), muss die Rebe sich das Phosphat verstärkt durch ein exzessiveres Wurzelsystem erschließen, sodass Bodenhorizonten mit unterschiedlich hohen Phosphatgehalten auch unterschiedliche Mengen an Phosphat entzogen werden. So wurden die Phosphatgehalte in tieferen Bodenschichten (60–90 cm), welche im Jahr 1998 eine gute P-Versorgung aufwiesen, stärker reduziert durch die Wurzelaufnahme. Die höheren Werte im oberen Bodenbereich im Jahr 1999 zeigen demgegenüber einen generellen, wenn auch, wie zuvor aufgezeigt, nicht düngermengenspezifischen Düngungseffekt an. Dass die Rebwurzel bei der Phosphoraneignung im Boden sehr stark vom Wurzelsystem und nicht vom Massenfluss abhängig ist, wird auch durch die sehr sensible Reaktion des Mykorrhizapilzes auf hohe Phosphatbodengehalte (MOHR (2008)) verdeutlicht. Nur bei geringeren Phosphatgehalten erschließt sich die Rebwurzel größere Bodenvolumina mittels Mykorrhizapilzen, um besser das Phosphat aufnehmen zu können. Insgesamt kann aber auf der Versuchsfläche von einer ausgewogenen Phosphatnährstoffversorgung ausgegangen werden. Das Phosphat kann auf dieser Versuchsfläche durch das Wurzelsystem der Rebe ausreichend erschlossen werden. Die Unterschiede zwischen den Jahren und den Bodenschichten können somit nicht durch Verfrachtungen über den Horizont, sondern nur durch die Düngung und durch die Auszehrung durch das Wurzelsystem erklärt werden. Der gute Wuchszustand der Rebanlage fußt auf dieser ausgewogenen Phosphorversorgung im Boden und bietet damit einen Erklärungsansatz für den gleichmäßigen und guten Wuchs (**Abb. 3313-1a**) auf dieser Fläche.

Die Kaliumwerte auf der Versuchsfläche in beiden Versuchsjahren deuten auf keine gleichmäßige Verteilung über den Bodenhorizont hinweg an. In beiden Jahren wird unterhalb von 30 cm Bodentiefe ein Mangel an Kalium angezeigt (**Abb. 3311-5**), obschon besonders laut BULLUCK ET AL. (2002) beim Einsatz von Stallmist die Kalium- und Magnesiumgehalte des Bodens erhöht werden. Die Stallmistgaben in den Vorjahren zum Versuchsbeginn haben somit verstärkt die Kaliumgehalte im oberen Bodenbereich

angereichert. Teilweise konnte eine Verfrachtung des Kaliums in untere Bodenschichten im zweiten Versuchsjahr (1999) festgestellt werden. Die vorliegenden Unterschiede zwischen den Varianten von 1 bis 2 mg K₂O pro 100 g Boden sind zu vernachlässigen, da sie im Messfehlerbereich liegen. Somit unterscheiden sich die Kaliumwerte auf dieser Versuchsfläche hinsichtlich der Varianten nicht. Die insgesamt geringe Versorgung im Unterboden kann in Zusammenhang mit höheren Magnesiumwerten im Boden zu einer Blockade der Kaliumaufnahme führen (MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996), (GISI (1997))). Diese Tendenz wird auch bei den Blattanalysen bestätigt und deutet somit nur leichte Probleme bei der Kaliumaneignung (Kap. 3.3.1.1.2: Abb. 3311-14 u. 3311-15) an, die sich aber nicht auf die Wuchsleistung auswirken dürften. Rückgangserscheinungen im Sinn der Arbeitshypothesen sind daher nicht zu erwarten.

Die Versorgung mit Magnesium liegt in Geisenheim in beiden Versuchsjahren im optimalen Bereich (**Abb. 3311-6**). Im Zusammenhang mit der teilweisen Unterversorgung der Böden mit Kalium, kann dadurch eine Blockung der Kaliumaufnahme erfolgen. Diese zu geringe Aufnahme von Kalium wird auch anhand der Blattanalyse angezeigt (**Abb. 3311-13, Abb. 3311-14, Abb. 3311-15**). Insgesamt ist zwischen den beiden Versuchsjahren und den Versuchsvarianten kein Unterschied hinsichtlich der Magnesiumversorgung der Böden festzustellen. Somit kann nicht von einer unterschiedlichen Düngewirkung durch die eingesetzten mineralischen und organischen Düngemengen gesprochen werden.

Bei den teilweise fehlenden Einflüssen der Düngemaßnahmen auf die Bodengehalte der Makronährstoffe und der teilweise stark schwankenden Werte bei der Bodenanalyse ist es von besonderem Interesse, die Ernährungssituation der Reben durch eine Blattanalyse abdecken zu können (FARDOSSI (2002)), um Rückschlüsse auf den Wuchs der Reben zu erhalten.

4.3.1.12.2 Die Blattanalysen auf der Versuchsfläche Geisenheim als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Die Blatt Nährstoffgehalte auf der Versuchsanlage Geisenheim zeigen beim Stickstoffgehalt, dass die Versorgung bei allen Varianten im optimalen Bereich oder leicht latentem Mangel liegen. Anhand der Blattstickstoffgehalte zur Blüte (**Abb. 3311-7**) wird wiederum deutlich, dass die Rebanlage im Vorfeld der Versuche eine ausreichende Stickstoffversorgung erhalten hat. Dies wird besonders verdeutlicht durch die Tatsache, dass

bis zur Blüte der Stickstoffbedarf der Rebe über Arginin weitgehend aus dem Holzkörper bestritten wird (LÖHNERTZ, O. (1988)). Somit wird deutlich, dass die bisherige Stickstoffversorgung auf dieser Rebfläche vor der Implementierung der Versuche bei allen Varianten ausreichend war. Weiterhin wird die Düngewirkung innerhalb der einzelnen Varianten durch eine stärkere Erhöhung der Blattstickstoffwerte im zweiten Versuchsjahr verdeutlicht (**Abb. 3311-7**, **Abb. 3311-8**, **Abb. 3311-9**). Die höheren Werte zur Blüte im Jahr 1999 bei der Variante 'NPK' deuten auf eine höhere und schnellere Verfügbarkeit des Stickstoffs aufgrund der NPK-Düngergabe hin. Die anderen Düngerformen scheinen den Stickstoff über die Vegetationsperiode hinweg langsamer abzugeben zu haben. Als Beispiel ist dabei die verlangsamende Nitrifikation durch das Di-cyandiamid des Kalkstickstoffs (Variante 'KSS') zu nennen (RATHSACK (1978), AMBERGER (1996)). Insgesamt kann somit in beiden Jahren von einer sehr guten bis leichten Luxusversorgung zur Blüte mit Stickstoff ausgegangen werden. Zur Reife hin (**Abb. 3311-8**) liegen auf der Versuchsfläche Geisenheim in beiden Versuchsjahren, nach einer Hauptentzugsphase der Rebe, eine optimale Stickstoffversorgung laut Blattanalysen vor. Diese Analysewerte stehen auch im Einklang mit den Bodenanalysewerten unter Einbeziehung der Düngemaßnahmen, die auf den verschiedenen Varianten durchgeführt wurden. Trotz der unterschiedlich hohen Stickstoffgaben konnten bei der Versorgung der Blätter keine Unterschiede zwischen den Varianten festgestellt werden. Auch die sehr hohen Düngegaben bei der Variante 'NPK' und 'KSS' führten zu diesem Zeitpunkt (Reife) zu keiner Luxusversorgung der Blätter. Insgesamt wird dadurch wiederum verdeutlicht, dass diese Rebfläche Geisenheim eine sehr ausgewogene Ernährungssituation hinsichtlich der Stickstoffversorgung aufweist. Diese Tatsache steht in Verbindung mit der im Vorfeld der Rebfläche festgestellten, sehr ausgewogenen und an den Standort angepassten Bewirtschaftungsform dieser Rebanlage. Dadurch konnten auf dieser Rebfläche auch keine Mangelerscheinungen oder Rückgangerscheinungen (SCHALLER, K. (2004B)) im Sinne der Arbeitshypothesen festgestellt werden.

Zur Lese hin zeigen die Stickstoffgehalte der Blätter auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 (**Abb. 3311-9**) auf allen Varianten einen akuten Mangel an. Dies steht auch im Zusammenhang mit den geringeren Analysewerten beim N-min-Gehalt der Böden. So scheint im Jahr 1998 die Stickstoffversorgung für die beiden Entzugsmaxima aus dem Boden nach der Blüte und zur Reife (LÖHNERTZ ET AL. (1989B), KNITTEL & ALBERT (2003), AICHNER ET AL. (2004)) hin noch für eine ausreichenden Versorgung der Blätter gesorgt zu haben. Aber die Entzüge, die noch bis zur Lese für die Versorgung der Blätter

und Trauben notwendig sind, konnten in 1998 nicht mehr ausreichend aus der Bodenlösung gedeckt werden. Dies kann zur Unterversorgung der Moste führen, besonders unter Berücksichtigung der hohen Erträge, die auf dieser Fläche jährlich realisiert wurden. Diese Mangelsituationen konnte, außer bei der Variante 'Kontrolle' im zweiten Versuchsjahr 1999 (**Abb. 3311-9**) nicht mehr festgestellt werden. Die Düngevarianten befanden sich fast ausnahmslos in einer optimalen Versorgungssituation hinsichtlich des Stickstoffgehalts der Blätter. Dies ist umso erstaunlicher, da aufgrund der weitaus höheren Erträge im zweiten Versuchsjahr noch höhere Entzüge, auch hinsichtlich des Stickstoffs, vorliegen mussten. Die Düngewirkungen der Versuchsvarianten konnten somit gegenüber der Variante 'Kontrolle' aufgezeigt werden. Die Verbesserung der Ernährungssituation auf der Variante 'Organisch' ist bemerkenswert, weil bei der eingesetzten Humusform Sägemehl mit einer sehr hohen Gabe von 1000 cbm/ha von einer starken N-Fixierung (SCHALLER, K. (2004A)), durch den Aufbau von zusätzlichen Ton-Humus-Komplexen, auszugehen wäre. Die sehr gute Wasserversorgung und die erhöhte Anzahl von Bodenbearbeitungsschritten (BERTHOLD (1991)) zur Einbringung des Sägemehls innerhalb der Variante 'Organisch' sowie innerhalb der anderen Varianten hat wohl auch zu einer besseren N-Verfügbarkeit für die Rebe beigetragen (Bodenbearbeitungsmaßnahmen auf der Fläche Geisenheim siehe Kap. 2.5: Tab.: 25-2). Diese Maßnahmen alleine waren bei einem solch nassen Jahr, indem somit durch den Massenfluss (AMBERGER (1996)) vor allem eine bessere Nährstoffversorgung vorhanden sein sollte, nicht ausreichend, um bei der Variante 'Kontrolle' eine optimale Blattstickstoffversorgung sicherzustellen. Somit erschienen die Düngemaßnahmen trotzdem notwendig, obschon die Reben auf dieser Versuchsfläche über alle Varianten hinweg einen sehr guten Wuchs ohne Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothesen) aufwiesen. Weiterhin wiesen die Varianten zu diesem Zeitpunkt sehr hohe Chlorophyllgehalte auf, welche auch in direkter Korrelation zum Blattstickstoffgehalt (SEITER (2000), ZIEGLER (2002B) und RUPP ET. AL (1999)) stehen. Besonders die Werte bei den Chlorophyllmessungen auf der Variante 'Kontrolle' im Jahr 1999 zur Lese (**Abb. 3312-16**) hin bestätigen diese Blattmangelsymptome. Somit wird deutlich, dass auf diesem sehr hohen Wuchsniveau der Rebfläche Geisenheim immer noch latente Mängel vorherrschen können, die auch Folgen hinsichtlich der Most- und Weinqualität (RAUHUT ET AL. (1998)), besonders bei solch hohen Erträgen, haben können.

Bei der Phosphorversorgung der Rebblätter wird auf der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte hin deutlich, dass im Versuchsjahr 1998 (**Abb. 3311-10, Abb. 3311-11, Abb. 3311-12**) auf fast allen Varianten ein leichter Mangel vorlag, der somit im Zusammenhang mit den schlechten Versorgungsraten im Unterboden der einzelnen Varianten steht (siehe Bodenanalysen Kap. 3.3.1.1.1). Da bei der reinen Kalkstickstoffdüngung auf der Variante 'KSS' kein Phosphor zugesetzt wurde, hat sich die Situation im zweiten Versuchsjahr auf dieser Variante weiter verschlechtert. Wohingegen, trotz nur geringer Zudüngung von Phosphor, sich die Situation auf der Variante 'Organisch' verbessert hat, obschon mit der hohen Sägemehlapplikation keine nennenswerte Menge an Phosphor auf diese Versuchsvariante eingebracht wurde. Das spricht für eine bessere Durchwurzelung auf dieser Versuchsfläche, die bei erhöhten Humusgaben auch von WOLFF (1997) festgestellt wurde. Auch bei der Reblausbonitur im Boden wurde auf der Variante 'Organisch' eine bessere Durchwurzelung festgestellt. Das bessere Durchwurzelungsvermögen könnte somit dazu beitragen, das vorhandene Phosphat auf der Rebfläche besser zu erschließen. Dies bildet einen Erklärungsansatz dafür, dass diese Variante in Geisenheim als einzige im Jahr 1999 eine optimale Blatt Nährstoffversorgung beim Phosphor zur Blüte hin aufweist. Zur Reife hin hat sich allgemein die Situation bei der Phosphorversorgung der Blätter in Geisenheim verändert. So wird leichter bis akuter Mangel auf allen Varianten und in beiden Versuchsjahren festgestellt, nachdem der größte Teil der Vegetationsperiode für die Rebe bestritten ist. Diese Mangelsituation deckt sich mit den in den tieferen Bodenschichten festgestellten vorliegenden Unterversorgungen mit Phosphat. Die tendenziell bessere Ernährungssituation der Variante 'Organisch' im Jahr 1999 ist als rudimentär anzusehen, da diese Variante sich immer noch im latenten Mangel befunden hatte. Diese Mangelsituationen hatte aber keine sichtbaren Auswirkungen auf den Wuchs der Reben. Zur Lese hin hat sich die Situation hinsichtlich des Phosphorgehaltes der Blätter nochmals verschärft. Alle Varianten zeigen in beiden Jahren zur Lese hin einen akuten Mangel an Phosphor an. Dies steht auch im Zusammenhang mit den geringen Versorgungsraten im Unterboden (siehe Kap. 3.3.1.1.1) dieser Rebfläche. Bei den Grabungen innerhalb dieser Fläche wurde deutlich, dass nach Reifebeginn kaum mehr Frischwurzelvolumen in den beiden Versuchsjahren gefunden wurde. Somit könnte die Aneignung von Phosphor, die, wie zuvor aufgezeigt wurde, sehr stark von der Durchwurzelung des Bodens abhängig ist (MENGEL (1991)), besonders stark in dieser Wuchssituation eingeschränkt worden sein. Demgegenüber muss aber verdeutlicht werden, dass keine Phosphormangelsymptome auftraten und die Rebanlage auch zur Lese hin einen sehr starken Wuchs zeigte. Dies steht

auch im Einklang mit den Erfahrungen von RUPP & FOX (2000), die ebenfalls feststellen, dass im Weinbau kaum Phosphormangelsymptome festzustellen sind.

Zur Blüte wird auf der Versuchsfläche Geisenheim auf fast allen Varianten in beiden Versuchsjahren eine Unterversorgung von Kalium bei der Bodenanalyse in den unteren Bodenschichten ermittelt. Diese Unterversorgung spiegelt sich beim Blattgehalt in akuten Mangelsituationen auf fast allen Varianten in beiden Jahren wider (**Abb. 3311-13**, **Abb. 3311-14**, **Abb. 3311-15**). Eine Ausnahme stellt die organische Variante (Sägemehl) im Versuchsjahr 1999 dar, die im Bereich zwischen latentem Mangel und optimaler Versorgung beim Kalium liegt. Diese Verbesserung lässt sich wahrscheinlich durch den höheren Bodenwassergehalt innerhalb der Sägemehlvariante und einer damit besseren Erschließung des Kaliums durch einen verbesserten Massenfluss (AMBERGER (1996)) begründen. Ein direkter Einfluss auf einen besseren oberirdischen Wuchs sowie auf die direkt damit korrelierte höhere Wurzelmassenbildung (CURRLE ET AL. (1983), MARSCHNER (1995)) ist somit an zu nehmen. Diese Wuchsverbesserung konnte auch im Sinne der Arbeitshypothesen, innerhalb der Wuchsbonitur aber nicht nachgewiesen werden. Weiterhin konnten diese sehr niedrigen Kaliumunterversorgungssituationen nicht mit dem für Reben typischen Blattmangelsymptomen (KNITTEL & ALBERT (2003) (siehe auch Beschreibung Bonitursystem **Tab. 31-2**) zu diesem Zeitpunkt belegt werden. Erst zu einem späteren Zeitpunkt nach der Veraison zur Lese hin traten stärker Kaliummangelsymptome (ZORN ET AL. (2007)) auf, die auch oft in Zusammenhang mit einer hohen Ertragsleistung des Weinbergs und dem damit verbundenen sehr hohen Kaliumbedarf gebracht werden können. Damit wird die Situation bestätigt, die sich bei der zuvor aufgezeigten Situation bei den Blattanalysen zur Veraison und Lese bei der Kaliumversorgung der Blätter zeigte. Diese Tendenzen mit starken Kaliummangelsymptomen, die zur Blüte festgestellt werden konnten, haben sich auf allen Varianten und in beiden Jahren gleichermaßen verdichtet. Es scheint somit für die Rebe immer schwieriger zu werden, im Verlaufe des Jahres das Kalium aufzunehmen. Eine begrenzte Ausnahme stellt die organische Variante dar, die aufgrund der bei der Blüte beschriebenen Situation etwas bessere Werte hervorbringt. Die schwache Unterversorgung mit Kalium, besonders im Unterboden, kann somit zusammen mit der Überversorgung an Magnesium im Boden zu einer Blockung der Aufnahme von Kalium (AMBERGER (1996), SCHILLING (2000)) führen.

Die Magnesiumversorgung der Blätter auf der Versuchsfläche Geisenheim ist hinsichtlich der Varianten und Versuchsjahre als absolut gleichartig einzustufen. Zu den drei Untersuchungsterminen weisen die Rebblätter immer sehr hohe Mg-Gehalte auf, die in den Bereich des Luxuskonsums einzustufen sind (**Abb. 3311-16, Abb. 3311-17, Abb. 3311-18**). Damit wird deutlich, dass diese starke Überversorgung mit Magnesium die zuvor aufgezeigte Blockung der Aufnahme von Kalium provoziert (MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996), SCHILLING (2000)). Die bessere Aufnahme von Magnesium gegenüber Kalium kann zum Teil auch auf die leicht alkalischen Böden zurückgeführt werden, da ein alkalisches Milieu eher die Magnesiumaufnahme (MARSCHNER (1995)) fördert. Die zum Teil etwas niedrigeren Werte bei der Variante 'Organisch' können somit zum Teil auf diesen Effekt der leichten Säurewirkung durch die Sägemehlapplikation zurückgeführt werden. Wobei die pH-Wert-Absenkung bei der Variante 'Organisch', im Gegensatz zu der sehr hohen Steigerung des Humusgehalts, nicht nachgewiesen werden konnte. Somit ist bei der organischen Variante, wahrscheinlich durch eine bessere Pufferung innerhalb der organischen Substanz (SCHALLER, K. (2004A)) an dem stärker ausgeprägten Ton-Humus-Komplex (GISI (1997)), keine solch hohe Aneignung von Magnesium und damit kein „Luxuskonsum“ möglich. Damit kann auch die leicht geringere Blockung des Kaliums auf der organischen Variante erklärt werden. Insgesamt wirkte sich diese Überversorgung beim Kalium und Überversorgung beim Magnesium nicht auf die Wachstumsleistung der Reben aus. In diesem Sinne wird hierbei auch ein sehr wichtiger Punkt hinsichtlich der Arbeitshypothese b. beleuchtet. Es zeigt sich, dass sich nicht alle Bewirtschaftungsmaßnahmen auf den Wuchs und damit auch auf die Bildung von Rückgangerscheinungen auswirken müssen. Hier wird ein klarer Mangel aufgezeigt, der aber zunächst keine Auswirkung auf den immens starken Wuchs dieser Rebanlage hat. Dies wird auch durch die Wuchsbonitur (Kap. 3.3.1.3) und die vegetativen und generativen Leistungsparameter (Kap. 3.3.1.2) belegt. Die in der Bestandsführung auf den Standort sehr angepasste Bewirtschaftung der Rebanlage führt im Gegenteil zu sehr hohen Wachstumsleistungen (siehe Kap. 4.3.2.1).

4.3.1.12.3 Die Bodenanalysen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wachses der Reben

Die auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 ermittelten Boden-pH-Werte zeigen besonders in den tieferen Bodenschichten hohe pH-Werte von bis zu 7,5 an (**Abb. 3321-1**). Dies steht im Einklang mit der im Material- und Methodenteil innerhalb des Kapitels

2.5 (**Tab. 25-1**) aufgeführten Bodenkartierung, die bei der Versuchsfläche Kiedrich 1 in Bezug auf den vorliegenden Bodentyp belegt, dass die Böden an diesem Standort zu sehr hohen Boden-pH-Werten neigen. Die Messung im Frühjahr 1998 vor der Etablierung der Versuchsvarianten zeigt, dass für den hier vorliegenden Bodentyp auf der Variante 'Kontrolle' sehr tiefe Boden-pH-Werte von 6,7 vorliegen. Bei einem Boden, der zu höheren Boden-pH-Werten neigt, wie oben genannt, liegen somit bei der Variante 'Kontrolle' bessere Voraussetzungen hinsichtlich der Nährstoffaneignung vor. In diesem Zusammenhang gibt GISI (1997) an, dass für die meisten Makro- und Mikronährstoffe im leicht sauren Bodenmilieu eine bessere Verfügbarkeit und eine höhere Kationenumtauschkapazität vorliegt. Der verbesserte Wuchs kann auch in der Wuchsanalyse des Jahres 1997 bei der Variante 'Kontrolle' (**Abb. 3323-1a**) gegenüber den anderen Varianten dokumentiert werden. Die Verschlechterung der Wuchsbedingungen auf der Variante 'Kontrolle' in den folgenden Jahren 1998 und 1999 geht auch einher mit einer pH-Wert Erhöhung im oberen Bodenbereich. Für die Ernährung der Reben spielt der Bereich zwischen 0 bis 30 cm Bodentiefe die entscheidende Rolle ((LÖHNERTZ, O. (1991), SCHRAMM & RESCH (2008)). Hier zeigen die Erhöhungen des pH-Wertes innerhalb der Variante 'Kontrolle' eine negative Entwicklung auf diesem Bodentyp an, der einher geht mit den Rückgangerscheinungen laut der Arbeitshypothese b. Bei den anderen Varianten erfolgt in den obersten Bodenschichten eine pH-Wert-Absenkung vom Jahr 1998 zum Jahr 1999 hin. Da im Wesentlichen nur diese Bodenschicht mittelfristig durch die angelegten Düngemaßnahmen zu beeinflussen ist (GISI (1997)), kann die Absenkung des pH-Werts in dieser obersten Bodenschicht auf diese Düngemaßnahmen zurückgeführt werden. Die tendenzielle Verschlechterung der Wuchsbedingungen auf der Variante 'Kontrolle' gegenüber der Verbesserung auf den anderen Versuchsflächen korreliert somit sehr stark mit den pH-Wert-Veränderungen in den obersten Bodenschichten. Die unteren Bodenschichten werden durch die Düngemaßnahmen zunächst kaum berührt und zeigen somit auch die angeführte allgemeine Ausgangslage an, die bei diesen sehr kalkreichen Böden laut Bodenkartierung (Bodenkartierung Hess. Weinbergsböden **Tab. 25-1**) vorliegen. Deutlich wird weiterhin, dass der Boden-pH-Wert durch die Sägemehlgabe im Bodenbereich zwischen 0 bis 30 cm abgesenkt wird. Diese Absenkung wird nochmals hervorgehoben, weil in diesem Bereich die Variante 'Organisch' im Jahr zuvor, gegenüber den anderen Versuchsvarianten, den mit Abstand höchsten pH-Wert mit 7,5 aufwies. Die Variante 'Organisch' hatte besonders schlechte Wuchswerte vor Versuchsbeginn 1997 zu verzeichnen (**Abb. 3323-1a**), weil durch den sehr hohen pH-Wert in der intensiv durchwurzelt

oberen Bodenzone (GEISLER, G. (1959)) die Nährstoffaufnahme stärker eingeschränkt (GISI (1997)) war. Diese schlechteren Startbedingungen vor der Versuchsimplementierung, die auch bei der Wuchsanalyse herausgearbeitet werden können, sind somit auf die schlechtere Verfügbarkeit von Makronährstoffen durch erhöhte pH-Werte im Boden (MENGEL (1991), GISI (1997)) zurückzuführen. Damit bildet die Wuchsanalyse die Wuchsvoraussetzungen sowie -veränderungen, die auf dem Boden-pH-Wert basieren, sehr gut ab, sodass sie auch herangezogen werden kann, um Wuchsveränderungen und mögliche Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b. zu ermitteln.

Die Humusgehalte auf den Varianten 'Kontrolle' und 'NPK' zeigen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Versuchsjahr 1998 (**Abb. 3321-2**) eine bessere Ausgangslage für diese Varianten mit einem Humusgehalt von 2,2 % an. Sogenannte schweren Böden, wie sie in dieser Versuchsanlage vorliegen, sollten einen Humusgehalt von 2,0 bis 3,0 % aufweisen (MÜLLER E. (2001A, B), AICHNER ET AL. (2004)), um eine ordentliche Nährstoffversorgung für die Reben sicherzustellen. Die Varianten 'KSS' und 'Organisch' liegen mit einem Humusgehalt von 1,9 und 2 % somit an der Grenze zu einer leichten Unterversorgung. Bei der 'Kontrolle' und den Düngevarianten wurde vom Jahr 1998 zum Jahr 1999 hin erwartungsgemäß keine nennenswerte Erhöhung der Humusgehalte festgestellt (**Abb. 3321-2**). Die Variante 'Organisch' hat eine stärkere Steigerung des Humusgehalts durch die Sägemehlgaben erfahren. Die Variante befindet sich, hinsichtlich die Rebenernährung mit einem Humusgehalt von 2,4 % im Jahr 1999, im optimalen Versorgungsbereich (MÜLLER, E. (2001A, B)). Die Zunahme zeigt hier auch im Vergleich zur Wuchsverbesserung einen Zusammenhang zu den Veränderungen der pH-Werte (**Abb. 3321-1**) im Boden auf. Die Absenkung des pH-Wertes auf der Variante 'Organisch' im Jahr 1999 innerhalb der Bodentiefe 0 bis 30 cm kann somit laut MENGEL (1991), (AMBERGER (1996), GISI (1997) und SCHILLING (2000)) auf die Humusgehaltserhöhung (Sägemehlgabe) zurückgeführt werden. Der stabile Humuswert von 2 % bei der Variante 'Kontrolle' zeigt einen eigentlich ausreichenden Wert im unteren Versorgungsbereich für diese Böden an, aber die Wuchsleistung, besonders in den Folgejahren nach Versuchsbeginn, sank laut Wuchsanalyse (**Abb. 3323-1a**) sehr stark ab. Es scheint sich also auch abzuzeichnen, dass für diesen schweren Bodentyp ein Humuswert im eigentlichen Idealbereich von 2,2 % nicht ausreicht, um eine ordentliche Nährstoffversorgung der Reben zu gewährleisten. Durch die extreme Bodenbearbeitung (Kap. 2.5: Tab. 25-2 (1 mal

Unterstockbodenbearbeitung, 1 mal Tiefenlockerung, 1 mal Fräsen, 4 mal Grubbern) liegt auf dieser Rebfläche auch eine sehr Humus zehrende Arbeitsweise vor (DORAN (1992)). So scheint besonders auch auf solch kalkreichen Böden der pH-Wert im Zusammenhang mit dem Humusgehalt eine entscheidende Rolle für die Ernährung der Reben, im Sinne einer Interaktion, zu spielen. Insgesamt ist der Humuswert der klassischen Bodenanalyse somit eine zu grobe Orientierung, um Wuchsleistungen von Anlagen zu beurteilen, bietet aber im Zusammenhang mit der Bewertung der pH-Werte einen guten Hinweis für die Ursachen der Wuchsveränderungen und Rückgangserscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen a. und b.

Die Stickstoffgehalte des Bodens auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zeigen im Versuchsjahr 1998 (**Abb. 3321-3**) eine sehr unterschiedliche Verteilung auf und weisen gegenüber den anderen Varianten auf eine schwächere Ausgangslage bei der Stickstoffversorgung auf der Variante 'Organisch' vor Versuchsbeginn hin. Die NO_3N -Gehalte gemessen mit der N-min-Methode weisen bei der Variante 'Organisch' in der obersten Bodenschicht 0 bis 60 cm mit 70 kg/ha den Normalwert auf, der im Frühjahr erreicht werden sollte, sodass keine Aufdüngung notwendig ist (LÖHNERTZ & SCHALLER (1989) und KNITTEL & ALBERT (2003)). Die sehr geringen NO_3N -Gehalte auf der Variante 'Organisch', bei ansonsten sehr hohen Messwerten im Jahr 1998 auf den anderen Varianten und den davon sehr stark abweichenden Werten im zweiten Versuchsjahr, lassen die Problematik der N-min-Messung mit sehr stark abweichenden Werten, je nach Probetermin, (AICHNER ET AL. (2004)) deutlich werden. In diesem Zusammenhang wird das Messergebnis sehr stark von der Temperatur, die auf die Bodenprobe bis zur Messung im Labor einwirkt, beeinflusst. Dieser Temperatureffekt lässt laut BERTHOLD (1991) eine erhebliche Schwankung der N-min-Werte zu. Daher scheinen die Werte im ersten Versuchsjahr, auch unter Berücksichtigung der Werte im zweiten Versuchsjahr, deutlich überhöht zu sein, sodass die Werte auf der Variante 'Organisch' als deutlich geringer einzuschätzen sind. Somit werden auch die Wuchsdepressionen und Rückgangserscheinungen im Vorfeld der Versuche auf dieser Versuchsfläche ('Organisch'), auch im Sinne der Arbeitshypothese b., begründbar. Die allgemein sehr tiefen Werte im zweiten Jahr deuten auf eine weitgehende Auszehrung durch die Entzüge im Vegetationsjahr 1998 hin. Die sehr geringen NO_3N -Gehalte auf der organischen Variante im zweiten Jahr zeigen auch eine sehr hohe N-Fixierung durch die sehr hohe Sägemehlgabe an. Durch das weite C/N-Verhältnis beim Sägemehl wird eine starke Fixierung des vorhandenen und zugeführten Stickstoffs im Sinne eines negativen

Priming-Effektes (MUELLER (1991)) vollzogen, sodass dieser Stickstoff nicht pflanzenverfügbar ist. Diese N-Fixierung scheint aber auf den Wuchs der Reben keinen negativen Einfluss gehabt zu haben. Insgesamt zeigt die immense Wuchsverbesserung innerhalb der organischen Variante während der Versuchsperiode 1998 und 1999 (**Abb. 3323-1a, Tab. 3323-1**), dass bei einer sehr guten Humusversorgung und der daraus resultierenden besseren Wasserversorgung und Nährstoffverfügbarkeit (SCHALLER, K. (2004A)) ein solcher geringer N-min-Gehalt im Boden keine Probleme hinsichtlich der Wuchsleistung (FOX (1990)) bereitet. Dies steht im Einklang mit der Arbeitshypothese, die einen Einfluss der Bewirtschaftung (Sägemehlgabe) auf die Ausformung der Rückgangerscheinung sieht. Es zeigt sich somit, dass diese Methode der N-min-Bestimmung wenig geeignet ist, um mit diesem Faktor mögliche Wuchsdepressionen oder Veränderungen, auch im Sinne der Arbeitshypothesen, zu erklären oder zu erkennen. Dies wird nochmals deutlich an den sehr gleichförmigen und tiefen Werten im Versuchsjahr 1999 gegenüber dem Vorjahr. Die höhere generative und vegetative Leistung der Reben im sehr nassen Jahr Versuchsjahr 1999 (siehe Anhang Kap.9.2.5.2) kann mit diesen sehr geringen Werten nicht in Einklang gebracht werden. Auch werden die stark differierenden Wuchsleistungen zwischen den Versuchsvarianten auf der Basis der N-min-Werte im Jahr 1999 nicht erklärbar.

Die Phosphatgehalte im Boden auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 (**Abb. 3321-4**) zeigen nur in den obersten Bodenschichten eine optimale Versorgung an, dabei ist keine unterschiedliche Versorgungslage in der obersten, als auch den untersten Bodenschichten, bei den einzelnen Versuchsvarianten festzustellen. Da die Bodenanalyse vor der Implementierung der Versuche erfolgte, ist somit bei der Phosphatversorgung von einer gleichen Ausgangssituation der verschiedenen Versuchsvarianten hinsichtlich der Phosphatversorgung auszugehen. Die vorhandenen Wuchsunterschiede können somit nicht auf eine unterschiedliche Phosphatversorgung zurückgeführt werden. Auffällig sind die sehr stark differierenden Phosphatgehalte des Unterbodens (30–90 cm) gegenüber dem Oberboden. Diese starken Unterschiede beim Unter- zum Oberboden führt AMBERGER (1996) auf die Düngung zurück. Beim Unterboden werden die sehr starken Unterversorgungen mit Phosphat durch die geringe Löslichkeit des Phosphats und der P-Verlagerung in den Unterboden begründet. Diese Unterversorgungen spiegeln sich auch wider in den akuten bis latenten Mangelsituationen, welche bei der Blattanalyse (**Abb. 3321-10, Abb. 3321-11, Abb. 3321-12**) bei allen Varianten festgestellt wurden. Insgesamt wird wiederum, wie auf der Fläche Geisenheim, deutlich, dass eine schwache Phosphatversorgung vorliegt,

die ungewöhnlich ist für Weinbergböden, da aufgrund der über Jahrzehnte üblichen Düngung mit Mehrstoffdüngern und Thomasphosphat im Allgemeinen die Weinbergböden überversorgt sein müssten mit Phosphat (AICHNER & ANDREAUS (1998), ZIEGLER & RIEDEL (2007), SCHRAMM & RESCH (2008)). Die geringen Werte können somit laut MENGEL (1991) auf die geringe Löslichkeit des Phosphats aufgrund eines hohen Anteils an absorbiertem Phosphat sowie einem geringeren Anteil an den wasserlöslichen Formen der Ca-Phosphate begründet werden. Nach MENGEL (1991) und AMBERGER (1996) ist für die Phosphatversorgung besonders die dritte Herkunftsform der löslichen Phosphate, die der organischen Phosphate, von entscheidendem Ausmaß. Besonders die stärkere Veränderung des Phosphatgehalts im Jahr 1999 gegenüber dem Jahr 1998 auf der Variante 'Organisch' ist auf eine höhere Anreicherung der organischen Phosphate auf dieser Variante begründbar. Die ebenfalls starke Erhöhung der Phosphatgehalte auf der Variante 'KSS' ist aufgrund der sehr geringen Humusgehalte gegenüber den anderen Varianten somit nur durch eine bessere Versorgung der Böden mit wasserlöslichem Ca-Phosphat aufgrund des höheren pH-Wertes und einer damit indirekten besseren Ca-Verfügbarkeit (MENGEL(1991)) erklärbar. Dadurch dass der Unterboden generell eine sehr hohe Unterversorgung mit Phosphat anzeigt, wird deutlich, dass in diesen Horizont ein sehr geringer Humusgehalt vorliegt, der auch laut MENGEL (1991) und AMBERGER (1996) besonders starke Auswirkungen auf die Phosphatverfügbarkeit hat. In diesem Zusammenhang spielt die Phosphataseaktivität, welche besonders durch die Rebwurzel und die Mikroorganismen im Boden gebildet werden, eine wichtige Rolle (MENGEL (1991)). Da bei der vorliegenden Fläche laut Angabe des Bewirtschafters keine tiefgründige Melioration des Bodens vor der Pflanzung der Reben durchgeführt wurde, ist auch die mögliche fehlende Mikroorganismenaktivität sowie die generell geringen Phosphat-Werte durch eine fehlende Vorratsdüngung in Form von Humus- oder Phosphatdüngern vor dem Rigolen erklärbar. Die Verbesserungen der Phosphat-Versorgung auf den Varianten 'KSS' und besonders bei der Variante 'Organisch' geht einher mit einer tendenziell verbesserten Phosphor-Versorgung, die bei den Blattanalysen (**Abb. 3321-10**, **Abb. 3321-11**, **Abb. 3321-12**) festgestellt wurde. Insgesamt können durch die Düngemaßnahmen nur im zweiten Versuchsjahr durch die deutlich verbesserten Phosphatgehalte im Unterboden bei den Varianten 'KSS' und 'Organisch' die Wuchsverbesserungen in einer Tendenz, auch hinsichtlich der Arbeitshypothese b., erklärt werden. Demgegenüber können auch die Wuchssituationen auf den Varianten 'Kontrolle' und 'NPK' mit den Phosphatgehalten im zweiten Versuchsjahr 1999 nicht dokumentiert werden. Somit dient der Phosphatgehalt der Böden nur als

Unterstützung zur Erklärung von Wuchsunterschieden. Eine Dokumentation der Wuchssituation im Sinne der Arbeitshypothesen kann somit auch im Zusammenhang mit anderen Bodenkennwerten und -gehalten nicht geleistet werden.

Die in der obersten Bodenschicht (0–30 cm) vorherrschenden Kaliumgehalte stellen in beiden Versuchsjahren auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 eine optimale Versorgung bis hin zu einer Überversorgung im Jahr 1998 dar (**Abb. 3321-5**). Im diametralen Gegensatz stehen die Werte im Unterboden demgegenüber, die in beiden Jahren eine starke Unter-versorgung mit Kalium in diesen Bodenschichten für alle Varianten anzeigen. Eine Ausnahme stellt dabei die Variante 'Organisch' dar, die im Bereich 30 bis 60 cm im zweiten Versuchsjahr mit 19 mg K₂O/100g im Boden nahezu die Optimalversorgung mit Kalium erreicht. Diese etwas besseren Versorgungswerte der Variante 'Organisch' spiegeln sich auch in der besseren Versorgungslage, hinsichtlich des Kaliums bei den Blattanalysewerten, wider (**Abb. 3321-13, Abb. 3321-14, Abb. 3321-15**). Insgesamt ist aber tendenziell bei kaliumunterversorgten Reben und bei einer Normalversorgung der Böden mit Magnesium, mit einer verstärkten Blockade der Kaliumaufnahme zu rechnen (MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996), GISI (1997)). Diese verringerte Kaliumaufnahme wird auch durch die sehr geringen Blattgehalte bei der Blattanalyse für alle drei Entnahmezeitpunkte (**Abb. 3321-13, Abb. 3321-14, Abb. 3321-15**) dokumentiert. Insgesamt wird der zuvor aufgeführte Effekt der fehlenden ordentlichen Melioration wiederum durch die sehr starken Unterschiede zwischen Unter- und Oberboden deutlich. Die unterschiedlichen Mengen an Kalium, die innerhalb der Düngevarianten auf die Rebfläche aufgebracht wurden, spiegelt sich nicht auf die Gehalte der Bodenanalysen in beiden Jahren wider. Die höheren Werte bei der Variante 'Organisch' können somit nicht auf die im zweiten Jahr zugeführten Kaliummengen, die zeitgleich zur Bodenprobeentnahme innerhalb dieser Erhaltungsdüngung appliziert wurden, zurückgeführt werden. Da bei dieser Sägemehlvariante im ersten Versuchsjahr keine gesonderten Kaliummengen gedüngt wurden, kann die verbesserte Kaliumversorgung der organischen Variante nicht auf die Düngegaben zurückgeführt werden, sondern muss auf der verbesserten Wasserhaltekapazität der humusreichen Böden (SCHALLER (2004A)) und die damit einhergehende bessere Überführung in die Bodenlösung (AICHNER ET AL. (2004)) zurückgeführt werden (**Abb. 3321-16**).

Die Magnesiumbodengehalte auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 (**Abb. 3321-6**) zeigen eine nahezu optimale Versorgung mit Magnesium auf allen Versuchsvarianten und in beiden Versuchsjahren an. Die leicht schwächeren Werte auf der Variante 'Organisch'

erfahren im zweiten Versuchsjahr eine Verbesserung, die aber nicht dazu dienen kann, die Wuchsverbesserung auf der Versuchsfläche 'Organisch' zu begründen, da die Veränderungen im Messfehlerbereich liegen. Insgesamt liegen somit, bei gleichzeitiger Unterversorgung vom Kalium besonders im Unterboden, optimale Magnesiumgehalt vor. Da für die Aufnahme von Kalium besonders das Verhältnis von Kalium zu Magnesium eine entscheidende Rolle spielt (AICHNER ET AL. (2004)), ist mit Problemen bei der Kaliumversorgung zu rechnen. Die Kalium- (Abb. 3321-13, Abb. 3321-14, Abb. 3321-15) und Magnesium- (Abb. 3321-16, Abb. 3321-17, Abb. 3321-18) Blattanalysen zeigen diese Problematik deutlich auf, mit Ausnahme der Variante 'Organisch'. Die ausreichende Magnesiumversorgung des Bodens spiegelt sich vor allem in den sehr hohen Blattgehalten wider. Insgesamt war die Ausgangssituation im Jahr 1998 bei der Magnesium- und Kaliumversorgung der Böden gleichartig, sodass die Wuchsunterschiede nicht unmittelbar auf den Versorgungsstand der Reben mit diesen beiden Makronährstoffen zurückgeführt werden können.

4.3.1.14.4 Die Blattanalysen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 als Grundlage für die Beurteilung des Wuchses der Reben

Zur Blüte zeigt die Variante 'Kontrolle' auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 stets die geringsten Stickstoffversorgungswerte bei der Blattanalyse an (Abb. 3321-7). Im ersten Versuchsjahr ist dies mit einer mangelnden Ernährung der Reben im Vorjahr, laut Angaben über die Düngung durch den Bewirtschafter vor dem Jahr 1998, begründbar. Denn der Stickstoffbedarf wird bis zur Blüte, besonders durch die Speicherstickstoffform Arginin, aus dem Holzkörper bestritten (SCHALLER ET AL. (1989)). Damit deckt sich die Aussage des Bewirtschafters mit den festgestellten Blattanalysewerten. Gleiches gilt für die ebenfalls im hinteren Bereich der Rebanlage liegende Variante 'KSS'. Im hinteren Bereich der Rebanlage scheint somit in den vorherigen Jahren eine schlechtere Versorgung mit Stickstoff vorgelegen zu haben. Die Bodengehalte spiegeln diese Tatsache kaum wider. Die Analyseart gerät somit auch in dieser Bewertungssituation hinsichtlich der Aussagefähigkeit an ihre Grenzen. Die schlechteren Versorgungsgrade der beiden Varianten 'Kontrolle' und 'KSS' spiegeln sich auch in dem schlechteren Wuchs im Jahr 1998 wider (Abb. 3323-1a). In der Folge zeigt sich nun, dass bei der Variante 'KSS' bei der N-Versorgung der Blätter zur Blüte hin eine Besserung eintritt. Diese Verbesserung der Nährstoffgehalte im Blatt kann bei der Variante 'Kontrolle' im Folgejahr nicht festgestellt werden. Weiterhin wird in 1999 bei der Variante 'KSS' im zweiten Jahr die bessere N-

Versorgung gegenüber dem ersten Jahr aufgrund der Düngemaßnahme bei der Messung zur Blüte hin bemerkbar. Alle Düngevarianten erfahren daher eine bessere Versorgung, die teilweise sehr hohen N-Gaben führen natürlich zu einer Luxusversorgung ((**Abb. 3321-8**). Diese Luxusversorgung korreliert mit einer Verbesserung des Wuchses im Sinne der Arbeitshypothese b. auf diesen Versuchsvarianten (**Abb. 3323-1a**). Wobei die Bodenanalyse in 1999 eine starke N-Fixierung im Boden für die Variante 'Organisch' anzeigt. Somit spräche diese Analyse eher für eine Unterversorgung als für eine Überversorgung. Es zeigt sich, dass durch Humusgaben, die durch ihrer Humusform ein sehr weites C/N-Verhältnis (Sägemehl) einer N-Fixierung aufweisen (MUELLER (1991)), gleichzeitig der Rebe trotzdem eine mehr wie ausreichende N-Menge zur Verfügung stellen oder die Aufnahme auch durch eine bessere Wasserversorgung erhöhen (AICHNER ET AL. (2004)). Der sehr schwerwiegenden Problematik der N-Auswaschung kann somit entgegengewirkt werden, wohlweislich da die Anionen-Form des Nitrats keine Fixierung am Ton-Humus-Komplex erlaubt (AMBERGER (1996), GISI (1997)). Wegen dieses Zusammenhangs der gleichzeitigen N-Fixierung und ausreichenden N-Verfügbarkeit durch den Einsatz von sehr kohlenstoffhaltigen Humusdüngern wurde das Sägemehl angewendet. Die alleinige Beurteilung der N-Versorgung auf Grundlage der Bodenanalyse kann nicht zur Beschreibung oder Beurteilung von Wuchsstörungen, auch im Sinne der Arbeitshypothesen, dienen. Vor diesem Hintergrund wird besonders deutlich, wie wichtig eine Blattanalyse ist, um die Ernährungssituation einer Rebe abschätzen zu können (SCHALLER (1997), FARDOSSI (2002), AICHNER ET AL. (2004)).

Die Blattstickstoffwerte auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zum Zeitpunkt der Veraison spiegeln vor allem den Entzug aus dem Boden wider. Die Analysewerte zeigen, mit Ausnahme der Werte für die Variante 'Kontrolle' im Versuchsjahr 1999, dass die Versorgung ausreichend für die Reben der Düngevarianten sind (**Abb. 3321-7**). Die Düngemaßnahmen führen die Versorgung somit eher in den Bereich der Luxusversorgung, wobei sich die Versorgung der Variante 'Kontrolle' im zweiten Versuchsjahr deutlich verschlechtert. Es zeigt sich, dass die üblichen N-Gaben nicht für eine ausreichende Versorgung dieser Variante, bei dem sehr hohen angestrebten Ertrag (doppelter Anschnitt), ausreichen (RUPP (2002)). Auch kann aus dem theoretisch ausreichenden Mineralisationspotenzial aus dem Humusgehalt (2,2 %) keine ausreichende Versorgung mit Stickstoff bei solch hohen Ertragszielen, welche auf der Variante 'Kontrolle' angestrebt wurden, sichergestellt werden. Dies bestätigt die Annahme, dass dieser Humuswert bei schwerem Boden eher eine Unterversorgung mit Kohlenstoff anzeigt. Insgesamt wird deutlich, dass die hohen N-Gaben

bei 'KSS' und 'NPK' eher eine leichte Überversorgung einleiten, sodass diese Gaben in diesem Fall als zu hoch angesehen werden müssen, wobei sich die Werte genau im Grenzbereich zur Optimalversorgung bei der Blattanalyse befinden. Der gleiche Ansatz gilt bei der Humusgabe, die wohl in Ihrer Auswirkung hinsichtlich der erhöhten Mineralisation mit einem Humusgehalt von 2,4 % im Jahr 1999 im Optimalbereich liegt. Es wird deutlich, dass alle Varianten innerhalb der beiden Hauptentzugsphasen von Stickstoff aus dem Boden, mit den beiden Entzugsmaxima zur Nachblüte und kurz vor der Veraison (LÖHNERTZ ET AL. (1989B), KNITTEL & ALBERT (2003)) ausreichend mit Stickstoff versorgt werden können. Die sehr guten Wuchsbedingungen in dieser Hauptwuchsphase der Rebe, in der der größte Blattflächenzuwachs vorliegt (SCHULTZ (2003)), werden somit für alle Düngevarianten gegenüber der 'Kontrolle' dokumentiert. Die deutliche Verschlechterung des Wuchses der Variante 'Kontrolle' ist mit der deutlich verschlechterten Stickstoffversorgung der Blätter in der Hauptwuchsphase der Rebe belegbar. Insgesamt sind somit die hohen Stickstoffgehalte im ersten Versuchsjahr mit dieser sehr guten Blattversorgung als kongruent anzusehen, wobei die sehr niedrigen Werte im zweiten Versuchsjahr bei den Bodenanalysen nicht mit den sehr guten Blattstickstoffgehalten einhergehen. Dies ist wohl mit den, bei den Bodengehalten problematischen Einflüssen der Temperatur auf die Messergebnisse bei der N-min-Untersuchung zurückzuführen (BERTHOLD (1991)).

Die weitere Akkumulation von Stickstoff, besonders zur Lese hin, gelingt der organischen Variante und der 'NPK' Variante am besten. Dies wird anhand der Blattanalyse zur Lese (**Abb. 3321-9**) auf der Versuchsfläche Kiedrich deutlich. Die Ergebnisse stehen zum Teil im Einklang mit den Bodenwerten, die bei der Variante 'NPK' höhere Werte im Jahr 1998 und 1999 aufweisen. Die Besserung der Blattstickstoffgehalte vom Jahr 1998 zum Jahr 1999 hin, besonders bei der organischen Variante, ist nur durch einen besseren Wasserhaushalt und eine bessere Verfügbarkeit des Stickstoffs zu erklären (AICHNER ET AL. (2004)). Die gemessenen Bodenwerte zeigen eigentlich eine schlechtere Versorgung der organischen Variante an und korrelieren somit nicht mit der besseren Wachstumsleistung. Die besonders für die Vergärung der Moste sehr wichtigen optimalen Versorgungsgrade mit Stickstoff zum Zeitpunkt zur Lese (RAUHUT ET AL. (1998)), zeigen im vorderen Bereich der Rebanlage ('NPK', 'Organisch') tendenziell bessere Werte auf. Inwieweit dies mit der Vorgeschichte der Rebanlage zu tun hat, konnte nicht weiter geklärt werden. Auffallend ist aber, dass der umgekehrte Effekt, also demnach eine Verschlechterung der Blattstickstoffgehalte vom Jahr 1998 zum Jahr 1999, im Einklang mit einer Wuchsverschlechterung, besonders auf der Variante 'Kontrolle', im hinteren Teil der Rebanlage bei dieser

Variante zu finden war. Hinsichtlich der Variante 'Kontrolle' wird besonders deutlich, dass die hohe Belastung der Reben aufgrund des hohen Anschnitts zu einer Überlastung führt, die deutlich an der akuten Mangelsituation zur Lese hin bei den Blattstickstoffgehalten (**Abb. 3321-9**) belegt wird. Damit spiegeln besonders die Werte der Blattstickstoffgehalte zum Zeitpunkt Lese die Wuchsentwicklung auf den verschiedenen Versuchsvarianten wider. Diese Entwicklung konnte mit den Analysen zur Blüte und Veraison nicht belegt werden. Somit wird deutlich, wie wichtig es ist, die Blattanalyse an diesen drei, für den Wuchs entscheidenden Messperioden durchzuführen, um eine Aussage über die Wuchsentwicklung, die Voreinflüsse vor Versuchsbeginn und Einflüsse zwischen den Versuchsjahren zu erhalten. Nur durch den Einbezug dieser Einflussgrößen kann durch die Wuchsbeurteilung eine Aussage über die Rückgangerscheinungen laut den Arbeitshypothesen vollzogen werden.

Die Phosphorversorgung der Rebblätter auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zeigt zu allen drei Untersuchungsterminen und auf fast allen Versuchsvarianten eine Mangelsituation an (**Abb. 3321-10, Abb. 3321-11, Abb. 3321-12**). Die von MENGEL (1991) dargestellte und bereits bei der Bodenanalyse diskutierte Problematik der Löslichkeit des Phosphats im Boden verdeutlicht somit, dass die sehr guten Versorgungsgrade im oberen Bodenbereich, laut Bodenanalyse (**Abb. 3321-4**), nicht ausreichen, um die Versorgung der Reben mit Phosphor sicherzustellen. Die akuten Mangelsituationen in den unteren Bodenbereichen korrelieren in 1998 mit den Mangelernährungszuständen in 1998 zu allen drei Messzeitpunkten der Blattanalyse (Blüte, Veraison, Lese). Eine leichte zeitweise Besserung der Situation bei der Variante 'Organisch' zum Zeitpunkt der Veraison in 1999, darf nicht über den grundlegenden Zustand der Phosphor-Mangelsituation auf dieser Versuchsfläche hinwegtäuschen. Die allgemeine grundsätzliche Besserung der Situation im Jahr 1999, die auch durch bessere Bodenwerte bei den unteren Bodenschichten (30–90 cm) dokumentiert wird, spiegelt sich auch bei den Blattgehalten wider. Wobei trotz einer teilweisen Überversorgung im oberen Bereich des Bodens immer noch eine leichte Mangelsituation vorherrscht. Dabei zeigen die Varianten 'NPK' und 'Organisch' bei der Blattanalyse an, dass sich eine Tendenz aus der latenten Mangelsituation hin zur optimalen Versorgung entwickelt. Diese schon bei der N-Versorgung festzustellende Tendenz wird hier nochmals bestätigt. Somit wird angedeutet, dass sich die Bewirtschaftungsmaßnahmen stärker auf die Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothese b. auswirken.

Obschon auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den oberen Bodenschichten (**Abb. 3321-5**) eine ausreichende oder zu hohe Kaliumversorgung vorliegt, zeigen die Reben zu allen drei Beprobungsterminen und über fast alle Varianten hinweg eine Kaliunterversorgung (**Abb. 3321-13, Abb. 3321-14, Abb. 3321-15**) der Blätter an. Dies kann nur auf die im Untergrund zu geringen Kali-Werte zurückgeführt werden. Eine optimale Kali-Versorgung hängt auch besonders mit einer optimalen Wasserversorgung des Bodens zusammen (MENGEL (1991), AMBERGER (1996), GISI (1997), SCHILLING (2000)). So zeigt sich, dass die organische Variante, die durch die Humusform Sägemehl keinen zusätzlichen Kalium-Eintrag bekommen hat, eine Besserung der Kalium-Aufnahme über den Versuchszeitraum hinweg erfährt. Dies kann nur in Zusammenhang mit einer besseren Wasserspeicherkapazität der mit Sägemehl gedüngten Variante, aufgrund der höheren Wasserspeicherkapazität von humusreicheren Böden (SCHALLER, K. (2004A)), zurückgeführt werden. Die bessere Aufnahme, die sogar am Ende der Versuchsperiode im Jahr 1999 zu einer teilweisen Luxusversorgung führte, kann somit auch in Zusammenhang mit der Wuchsverbesserung gebracht werden, die auf der Humusvariante festgestellt wurde (Arbeitshypothese b.). Die schlechtere Kaliumaufnahme kann somit nicht alleine mit der stark differierenden Kalium- und Magnesiumbodgehalte und der damit verbundenen Blockung der Kaliumaufnahme (MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996), GISI (1997)) begründet werden. Dies spiegelt sich laut BERGMANN (1993) und BMLFUW (2003) auch in einer Unterversorgungssituation durch einen tiefen Wert von 0,8 % K/TM wider. Die Blockung der Kaliumaufnahme wird auch bei allen Varianten, außer der Variante 'Organisch', anhand der zu engen Kalium-Magnesium Relation im Blatt deutlich, die laut BMLFUW (2003) bei einem Verhältnis von 6:1 liegen sollte. Zumeist werden aber nur Werte von 3 zu 1 erreicht. Die damit verdeutlichte Blockung der Kaliumaufnahme kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass der Wasserhaushalt auch eine entscheidende Rolle bei der Kaliumaufnahme spielt. Die alleinige Zurückführung der Wuchsprobleme auf den Versuchsflächen auf die teilweise Unterversorgung, z. B. beim Nährstoff Kalium, bildet somit die Problematik auf diesen Versuchsflächen nicht in seiner Gänze wieder, da auch Einflüsse durch die Unterlagenart eine Rolle spielen können laut RÜHL ET AL. (1990). Daher ist vor allem die Humusversorgung und die damit verbundene bessere Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit wie auch Nährstoffverfügbarkeit (GISI (1997), SCHALLER, K. (2004A)) einzubeziehen. Eine differenzierte Betrachtung der Einflüsse auf den Wuchs der Reben durch verschiedene Parameter wird an diesem Beispiel deutlich, sodass bei der Beurteilung von Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen

mehrere Erklärungsansätze herangezogen werden müssen. Von daher ist zum Beleg der Arbeitshypothesen, besonders bei der Analyse von Rückgangerscheinungen im Freiland, ein Einbezug von vielen beeinflussenden Faktoren, wie z.B. der Makronährstoffversorgung, von entscheidender Wichtigkeit.

Die Blattanalysen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, über die drei Beprobungstermine hinweg, ähneln sich sehr stark und zeigen eine stärkere Magnesiumübersversorgung an (**Abb. 3321-16, Abb. 3321-17, Abb. 3321-18**). Anhand der bei den Bodenanalysen (**Abb. 3321-6**) aufgezeigten Werte, die eher eine Optimalversorgung anzeigen, wären somit diese deutlichen Luxusversorgungen daher nicht zu erwarten. Es zeigt sich, dass die vorliegenden Böden mit hohen pH-Werten zu einer besseren Aneignung von Magnesium neigen, wie MENGEL (1991) als Beobachtung aufführt. Wobei MENGEL (1991) die verbesserte Mg-Aufnahme eher mit einer Hemmung der Aufnahme durch Al-Kationen als durch H⁺-Ionen begründet. Diese Übersversorgung von Magnesium führt zu einer Blockung der Kalium-Aufnahme (MARSCHNER (1995), AMBERGER (1996), GISI (1997)). Darin ist auch bei ausreichender Versorgung von Kali im Oberboden die mangelnde Aufnahme von Kali in die Blätter begründet. Trotz sehr schlechter Versorgungswerte (Boden) bei Kali innerhalb der 'organischen' Variante, kann bei dieser Variante eine ausreichende Aufnahme erfolgen, welche einen wesentlichen Unterschied gegenüber den anderen Varianten darstellt. Die gute Pufferung der Mg-Kationen an den besser ausgeprägten und stärker vorhandenen Ton-Humus-Komplexen (GISI (1997)) durch die Kohlenstoffgabe in Form von Sägemehl, hemmt eine zu starke Aufnahme des Magnesiums, im Gegenzug wird die Kalium-Aufnahme nicht zu stark durch das Magnesium geblockt. Daher kann eine bessere Aufnahme des Kaliums in Zusammenhang mit einer besseren Wasserversorgung des Bodens durch den höheren Humusgehalt (GISI (1997)), SCHALLER, K. (2004A)) auf der Variante 'Organisch' erfolgen. An den Blattanalysen ist dieser Effekt deutlich bei der Versorgung mit Magnesium ablesbar, während des Versuchszeitraums bewegt sich bei der organischen Variante der Versorgungsgrad mit Magnesium immer weiter aus der Zone der Luxusversorgung hinaus und befindet sich zum Ende der Versuchsperiode 1999 im optimalen Versorgungsbereich (**Abb. 3321-18**). Die Werte für die Blattversorgung mit Kalium sind geradezu ein Spiegelbild zu dieser Entwicklung. Parallel entwickelt sich die Variante 'Organisch' von dem akuten Mangel weg hin zur optimalen Versorgung mit Kalium. Es zeigt sich, wie durch die Humusversorgung, auch indirekt über die Veränderung der Makronährstoffverfügbarkeit, Einfluss genommen wird auf die

Wuchsbedingungen und Rückgangerscheinungen der Rebe. Die besseren Wuchsbedingungen auf dieser Variante sind somit zum Teil auf diesen Zusammenhang zurückzuführen. Daher kann die Arbeitshypothese b. belegt werden, da die Bewirtschaftungsmaßnahme „Sägemehlgabe“ in Kongruenz zur verbesserten Mg- und K-Versorgung, zu einer Wuchsverbesserung und einem Abbau der Rückgangerscheinungen laut Wuchsanalyse (**Abb. 3323-1a**) führt.

4.3.1.12 Bewertung aller ermittelten Parameter hinsichtlich der Eignung, Wuchsunterschiede und Rückgangerscheinungen zu belegen

In Tab. 431-1 wird aufgezeigt, inwieweit die herangezogenen Analyseparameter die Belastung eines Weinbergareals durch die Bewirtschaftung und die damit verbundenen Rückgangerscheinungen und Wuchsunterschiede erklären können.

Deutlich wird, dass kein Parameter alle drei geforderten Fragestellungen hinsichtlich des Belastungsniveaus (1), der Rückgangerscheinungen (2) und des Wuchses (3) der Rebanlagen darstellen kann. Nur vereinzelt können einzelne Parameter eine Fragestellung analysieren. So kann der relative Rebschnitt sehr gute und ausgiebige Aussagen über das Belastungsniveau, das durch den generativen und vegetativen Wuchs entsteht, belegen. Aber dieser Parameter kann keine Rückgangerscheinungen oder den Wuchs der Rebanlage ausgiebig beschreiben. Der Parameter Kümmertriebe kann über Rückgangerscheinungen ein teilweise differenziertes Bild in einer Rebanlage abgeben, ist aber nicht geeignet, den Wuchs und die Belastungssituation einer Rebanlage detailliert zu dokumentieren. Kein einzelner Parameter kann den Wuchs auf einer Rebanlage detailliert, auch hinsichtlich sektorialer Unterschiede, festhalten. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, eine Wuchsanalyse zu installieren, die zur Klärung der Arbeitshypothesen a. und b. beiträgt. Die in Tab. 431-1 dargestellten Parameter dienen in besonderem Maße dazu, Erklärungsansätze für die Wuchsveränderungen und Rückgangerscheinungen zu erbringen. Damit kann das notwendige und hier vorgestellte Wuchsbonitursystem auch besser validiert und somit die Arbeitshypothesen der Arbeit überprüft werden.

	Darstellung ...		
	vom Belastungs- niveau der Anlage	von lokalen Rückgangerscheinungen	des Wuchses einer Rebanlage
Anschnitt	(X)	(X)	-
relativer Anschnitt	X	(X)	-
Triebzahl por Rebstock	(X)	(X)	-
Kümmertriebe	(X)	X	(X)
relative Triebzahl	(X)	(X)	-
Triebblängen	(X)	(X)	-
Triebblängenzuwächse	(X)	(X)	(X)
Gifellaubgewicht	(X)	(X)	(X)
Chlorophyllvergleichswerte	(X)	(X)	(X)
Traubenparameter	(X)	-	(X)
Mostparameter	-	-	(X)
Ertragsparameter	(X)	(X)	(X)
relative Ertragsparameter	(X)	-	(X)
relative Traubenzahl	(X)	-	-
Schnittholzgewicht	(X)	(X)	(X)
Bodenanalysen	(X)	-	-
Blattanalysen	(X)	-	-

Tab. 431-1: Eignung der Analyseparameter zur Darstellung der Belastungsniveaus bei einer Rebanlage, von lokalen Rückgangerscheinungen und des Wuchses einer Rebanlage

(- = nicht geeignet, (X) = bedient geeignet, X = geeignet)

4.3.2 Der Wuchs und Reblausbefall auf den Versuchsflächen

4.3.2.1 Die Wuchsbonitur auf der Versuchsfläche Geisenheim

In Abb. 3313-1a und Tab. 3313-1 werden im Kapitel 3.3.13 die Bonituren des Rebwuchses auf Basis von Einzelstöcken auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997 bis 1999 dargestellt. Dabei werden das hohe Wuchsniveau und die gute Ausgangslage hinsichtlich des Wuchses vor Beginn des Versuches im Jahr 1997 detailliert ermittelt.

Die Ähnlichkeit der Werte der Gesamtrebanlage und der Versuchsvariante 'Kontrolle' war allerdings nicht auf eine einheitliche Entwicklung des Wuchses auf den verschiedenen Versuchsvarianten der Versuchsfläche im Jahr 1999 zurückzuführen. Im Gegenteil beruhte diese Similarität auf einer deutlich stärkeren Wuchsverbesserung bei Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' und einer, im Vergleich dazu sehr viel geringeren Wuchsverbesserung auf der Versuchsvariante 'NPK' (Tab. 3313-1).

Damit spiegelt die Wuchsbonitur das hohe Wuchsniveau der Versuchsfläche wider und damit die hohe Leistungsfähigkeit der gesamten Anlage. Gleichzeitig wird die sehr erstaunliche Homogenität der Versuchsfläche Geisenheim während der Versuchsperiode genau dokumentiert. Die immer deutlicheren positiven Effekte der Düngemaßnahmen auf der Basis des generell sehr starken Wuchses der Rebanlage bei den Varianten 'KSS' und 'Organisch' werden mit der Wuchsanalyse verdeutlicht. Damit wird ein deutlicher Beleg für die Arbeitshypothese b. erbracht, der somit losgelöst von der Beeinflussung des Reblausbefalls, laut Arbeitshypothese a., anzusehen ist. Dahingegen kann keine Verbesserung bei der 'Kontrolle' und Variante 'NPK' hinsichtlich des Wuchses dokumentiert werden. Die immer wieder tendenziell auftretenden, leicht schlechteren Bedingungen in der Variante 'NPK' werden durch die Wuchsbonitur verdeutlicht und können durch die gleichartigen Auswirkungen beim Chlorophyllgehalt (Chlorophyllgehaltsvergleichswerte (3312-15, 3312-16)) und dem Schnittholzgewicht (Abb. 3312-28) verdeutlicht werden. Der Zusammenhang zwischen Wuchsstärke und Schnittholzgewicht wird von NOVARA ET AL. (2018) und CONIBERTI ET AL. (2018) als Beleg für die partiell festgestellten Wuchsunterschiede herangezogen. Damit kann die Wuchsbonitur, auch hinsichtlich kleiner Veränderungen bei den Wuchsveränderungen zwischen den Varianten mit den zuvor aufgezeigten Untersuchungsparametern (Tab. 431-1), erklärt werden. In Bezug auf den Einfluss der Makronährstoffe wurden bei der Besprechung in dieser Arbeit der einzelnen Nährstoffe sehr viele Bezüge zu den Wuchsveränderungen oder dem Wuchsstatus an sich

hergestellt. Vor allem ist dabei der Zusammenhang von Stickstoffversorgung und -verfügbarkeit hervorzuheben, der auch von GREVEN ET AL. (2016) belegt wird. Weiterhin konnte die Problematik der „antagonistisch“ wirkenden Makronährstoffe Kalium und Magnesium in der Auswirkung auf den Wuchs bei einer Blockierung von Kalium aufgezeigt werden. Diese schlechteren Versorgungszustände werden belegt durch die Blattanalysen (Abb. 3311-13, Abb. 3311-14, Abb. 3311-15). Die positiven Entwicklungen des Wuchses aufgrund der Versorgung der Makronährstoffe durch die Humusgabe in Form von Sägemehl, konnte aufgezeigt werden. Damit ist der klare Bezug zu den Düngemaßnahmen gegeben, sodass bei dem bereits belegten sehr hohen Wuchsniveau der Anlage hier auch eine Reaktion auf diese Bewirtschaftungsmaßnahme festgestellt werden konnte und somit die Arbeitshypothese b. ebenfalls durch diese Tatsache gestützt wird.

Die bei der Besprechung der Einzelstockanalysen und der mittleren Wuchsboniturnoten der Gesamtrebanlage und der Versuchsvarianten beschriebenen Sachverhalte, spiegeln sich auch in den Abb. 3313-1b und 3313-2 dargestellten Analyseergebnissen wider.

Es muss an dieser Stelle allerdings deutlich hervorgehoben werden, dass es sich bei den Wuchsunterschieden zwischen den Jahren bzw. Versuchsvarianten auf der Versuchsfläche Geisenheim um insgesamt sehr geringe Unterschiede von meist nur einer Boniturklasse handelt (**Tab. 3313-1**) und die mittleren Boniturnoten auf allen Versuchsvarianten und in allen Jahren deutlich über der Klasse „guter Wuchs“ (Boniturnote 7) lagen. Diese eher geringen Unterschiede zeigen sich in den Wuchsveränderungen zwischen 1997 und 1999. Zudem wird hier ersichtlich, dass vor allem in drei Bereichen starke Wuchsverbesserungen stattfanden. Es sind dies die zwei im Jahr 1997 festgestellten Bereiche des geringeren Wuchses im unteren Teil der Rebanlage zwischen den Versuchsvarianten 'NPK' und 'Kontrolle' und der Verlauf senkrecht zu den Rebzeilen in den Versuchsvarianten 'Kontrolle und 'Organisch'. Ein weiterer Bereich der stärkeren Wuchsverbesserung lag am Beginn der Rebanlage bis etwa zum ersten Drittel der Versuchsvariante 'KSS'. Der Rest der Rebanlage zeigte von 1997 bis 1999 eine geringere Wuchsverbesserung von maximal 0,6 Boniturklassen.

Die Analyse in Form der Transformation (**Abb. 3313-1b**) zeigt auch deutlich an, dass es kaum Unterschiede im Wuchs gibt. Wobei die graduellen Unterschiede, die auch in der Anlage beobachtet werden konnten, sehr gut dokumentiert und dargestellt werden. Besonders diese leichten Wuchsveränderungen, die nicht unbedingt als Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen bezeichnet werden können, aber im Freiland

auftreten, sind somit zu dokumentieren. Eine Darstellung und Dokumentation dieser Beobachtungen, ist oft sehr schwierig möglich, wie auch DEL-MORAL-MARTINEZ ET AL. (2016) zeigen. Die Darstellung der reinen Wuchswerte anhand von Parametern, Mikroklima-Sensoren (LOPES ET AL (2018)), Kameraaufnahmen mit RGB-, Spectral- und Hyperspectralkameras (GARCIA-ESTEVEZ ET AL.(2017)) oder durch Lidar-Systeme (DEL-MORAL-MARTINEZ ET AL. (2016)) können, wie durch die Autoren aufgezeigt, diese beobachteten kleineren Wuchsveränderungen nicht immer aufnehmen und belegen. Deswegen liegen oft in der Praxis beobachtete Wuchsveränderungen zwar vor, können aber nicht genau belegt oder längerfristig dokumentiert werden. Bei geringen Veränderungen, wie z. B. auf der Fläche Geisenheim, sind solche vorhandenen Wuchsveränderungen damit nicht nachweisbar, sodass jeder Diskussion über Wuchsveränderungen jeglicher Boden entzogen wird. Dadurch sind die bisherigen Missverständnisse entstanden und Problemfelder in Weinbergen wurden oft nicht er- und anerkannt. Mit dieser vorgestellten Methodik, die auch besonders auf den Vergleich der Wuchsrohdaten und der Analyse aufbaut, können diese kleinräumigen Wuchsveränderungen dokumentiert werden. Damit können Problemfelder anhand von Einzelstöcken, die mit einzelnen Faktoren, wie z. B. Kümmertriebe oder Chlorophyllgehalt, teilweise belegt werden und in Form einer Summenfunktion für alle Bereiche im Weinberg dokumentiert werden.

Die Wuchsbonitur dient sehr gut als Summenfaktor zur Darstellung der zuvor aufgeführten Einzeleffekte. Diese können visuell an Hand von Signifikanzen und Betrachtung von Verteilungsveränderungen (Prozentanteil) durch Tab. 3313-1 dargestellt werden. Mit den drei aufgeführten Analysefaktoren: 1. Einzelstockdarstellung (Abb. 3313-1a), 2. Wuchsboniturverteilung (Tab. 3313-1) und 3. der Wuchstransformation (Abb. 3313-1b) werden die Wuchsveränderungen und die Wuchssituation deckungsgleich dargestellt. Diese Similarität in der Bewertung des Wuchses der Rebfläche zeigt, dass die Wuchsbonitur die wirkliche Wuchssituation auf der Versuchsfläche abbildet und dokumentiert.

Weiterhin zeigt sich für die Versuchsfläche in Geisenheim, dass im Jahr 1997 eine kleine Wuchsdrift von links (20 Meter Zeile) vorlag und dieser über die Jahre hinweg durch die Düngemaßnahmen zurückgedrängt wurde, außer in der Variante 'NPK'. Dort gelang die Wuchsverbesserung nicht ganz. Diese bestehende leichte Wuchsdepression in der Variante 'NPK' wird durch einige andere zuvor erhobene Faktoren (Ertrag, relative Erträge, Schnittholzgewicht usw.), wie zuvor aufgezeigt, belegt. Ein Einfluss von Lateralwasser vom oberen Ende der Anlage kann dabei ausgeschlossen werden, da bei der

Versuchsvariante 'NPK' als Unterlieger auf dem leicht hängigen Gelände durch möglich Zuführung des Lateralwassers eher eine Verbesserung hervortreten müsste.

Insgesamt kann auf dieser Versuchsfläche durch das sehr hohe Wuchsniveau, auch bei unterschiedlichen Bewirtschaftungseinflüssen (Düngemaßnahmen), ein Einfluss des Reblausbefalls ausgeschlossen werden, da in keiner Weise eine Rückgangerscheinung auch in der Versuchsanlage festzustellen war. Bei dem hohen Reblausbesatz in dieser Anlage ist eher von einer Koexistenz laut EITLE ET AL. (2017A) bei Reben auszugehen, die auf Unterlagen der Kreuzungskombination V. belandieri x V. riparia wachsen, sodass wiederum ein Beleg für die Arbeitshypothese a. vorliegt, weil keine Korrelation zwischen Reblausdichte und Rückgangerscheinungen festgestellt werden konnte. Auf Rückgangerscheinungen, laut Arbeitshypothese b., die auf der Grundlage von Bewirtschaftungsmaßnahmen bestehen, kann aufgrund der langfristigen Bewirtschaftungssituation, die im Vorfeld der Implikation der Düngermaßnahmen in dieser Versuchsanlage ein solch hohes und gleichmäßiges Wuchsniveau etabliert haben, die Arbeitshypothese b. dahingehend belegt werden, dass durch diese langfristigen Einflüsse Rückgangerscheinungen ausgeschlossen werden.

4.3.2.2 Die Wuchsbonitur auf der Versuchsfläche Kiedrich 1

In der Einzelstockwuchsanalyse in den Jahren 1997 bis 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1, dargestellt in **Abb. 3323-1a** und Tab. 3323-1, weisen vor Versuchsbeginn im Jahr 1997 die Reben der Versuchsvariante 'Kontrolle' den besten Wuchs aller Versuchsvarianten auf. Da sich diese Versuchsvariante statistisch signifikant von den anderen Versuchsvarianten unterschied, musste zunächst von verschiedenen Ausgangssituationen ausgegangen werden. Ausgehend von dieser Situation konnte die Darstellung der Wuchsentwicklung (**Abb. 3323-1a**) über die Jahre hinweg (1997–1999) in Form der Boniturnwerte eine deutliche Entwicklung hinsichtlich einer Verbesserung des Wuchses auf den Düngevarianten zeigen. Wobei die Entwicklung auf der Variante 'Organisch' am deutlichsten eine Verbesserung erfährt. Somit wurden durch die Düngemaßnahmen bereits vorhandene Rückgangerscheinungen auf diesen Varianten zurückgeführt. Damit konnte wiederum die Arbeitshypothese b. bestätigt werden, da die Bewirtschaftungsmaßnahme in diesem Fall eine positive Wirkung hinsichtlich der Rückgangerscheinung hat. Diese Entwicklung muss losgelöst von dem sehr hohen Reblausbefall auf der Fläche Kiedrich 1 (**Abb. 3324-5**) gesehen werden, der sich offensichtlich nicht auf die Ausprägung der Rückgangerscheinungen ausgewirkt hat. Damit kann wiederum die Arbeitshypothese a.

belegt werden, da hier keine Korrelation zwischen dem Reblausbefall und den Rückgangerscheinungen herstellbar ist. Die Variante 'NPK' erfährt dagegen eine ähnlich gute Entwicklung, wie die zuvor aufgeführte Variante 'Organisch', wohingegen die Variante 'Kontrolle' eine negative Wuchsentwicklung gegenüber der Ausgangslage im Jahr 1997 erfährt und eine massive Rückgangerscheinung im Sinne der Arbeitshypothesen aufweist. Wobei die Variante 'KSS' eine intermediäre Entwicklung gegenüber der Variante 'Kontrolle' auf der einen und der Variante 'NPK' und 'Organisch' auf der anderen Seite erfährt. Die sehr unterschiedlichen Veränderungen des Wuchses bei den einzelnen Versuchsvarianten konnten besonders gut in Verbindung mit der Nährstoff- und Wasserversorgung der Reben während der Vegetationsperiode in Einklang gebracht werden. Zu diesen Zusammenhängen wurden bei der Blatt- und Bodenversorgung der Makronährstoffe einige Aussagen (Kapitel 4.12.3 und 4.12.4) gemacht und belegt. Besonders hervorstechend waren dabei die Zusammenhänge des verbesserten Humusgehalts der Variante 'Organisch', da sie über die bessere Wasserversorgung (BETTNER (1978)) durch die verbesserte Wasserspeicherfähigkeit des höheren Humusanteils (PORTEN & KOHL (2016A), PORTEN & REGNERY (2018E,F,G,H,I,JK)) einen besseren Wuchs der Reben garantieren konnte. Weiterhin konnte bei den Blattanalysewerten durch die unterschiedlichen Stickstoffgaben innerhalb der verschiedenen Versuchsvarianten gegenüber der 'Kontrolle' im direkten Zusammenhang ein unterschiedlicher Stickstoffversorgungsgrad (**Abb. 3321-9**) festgestellt werden. Diese Unterschiede konnten somit auch in Zusammenhang mit den unterschiedlichen Wuchsentwicklungen in Verbindung gebracht werden. Daher konnte die Rückführung der bereits vorhandenen Rückgangerscheinungen auf den Düngevarianten in Bezug zu einer konträren Entwicklung bei der Variante 'Kontrolle' in Form einer Ausbildung einer Rückgangerscheinung festgestellt und anhand dieser Nährstoffkonzentration vor allem in Blättern belegt werden. Dies ist ein eindeutiger Beweis für die Arbeitshypothese b., da ein deutlicher Zusammenhang zur erbrachten oder ausbleibenden Düngemaßnahme besteht. Im Gegensatz dazu konnte kein Zusammenhang mit der vorhanden Reblausdichte, laut Arbeitshypothese a., hergestellt werden. Die Entwicklung der Rückgangerscheinungen scheint somit hierdurch im Sinne der Arbeitshypothese nicht beeinflusst zu werden. Einen weiteren wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung von Rückgangerscheinungen und damit den Wuchs der Rebanlage stellt auch der Nährstoff Kalium dar. Bei dieser Versuchsfläche muss laut den Blattanalysen und der in Kapitel 4.12.4 dargestellten Diskussion von einer geblockten Kaliumaufnahme durch den Makronährstoff Magnesium ausgegangen werden. Die Effekte auf den Wuchs

sind gleichartig zu den Wuchsentwicklungen zu sehen, die hinsichtlich der Rückgangerscheinungen dokumentiert durch die Wuchsbonitur festgestellt werden. Damit konnte durch die Analyse eines Nährstoffs wiederum eine gleichartige Entwicklung bei der Nährstoffversorgung der Reben, in Abhängigkeit der Düngegaben zum Wuchs und den festgestellten Rückgangerscheinungen hergestellt werden. Damit kann in mehrerer Hinsicht die Arbeitshypothese b. belegt werden, da die Bewirtschaftungsmaßnahme „Düngung“ einen deutlichen Einfluss auf die Ausformung der Rückgangerscheinungen hat. Wohingegen kein Zusammenhang zum Reblausbesatz in der Rebanlage, laut der Arbeitshypothese a., hergestellt werden kann.

Weiterhin muss die sehr extensive Bewirtschaftung der Rebfläche über Jahre hinweg in Verbindung mit Managementfehlern bei der Rebanlage als prägender Einflussfaktor für den Wuchszustand der Rebe vor und während des Versuchs angeführt werden. So können eine fehlende bis mangelhafte Düngung- und Humusversorgung der Rebanlage sowie eine fehlende Melioration der Anlage vor der Pflanzung angeführt werden. Darüber hinaus kann ein nicht sachgerechter Pflanzenschutz bei der Analyse des Spritzplans (siehe Anhang Kap. 9.2.5.1 (Tab. 25-3)) bei dieser Rebanlage festgestellt werden. Weiterhin leidet die Rebanlage besonders durch den dramatisch überhöhten Anschnitt in der Variante 'Kontrolle' und vor allem durch die verfehlte Bewirtschaftung im Vorgang zur Etablierung der Versuche. Weiterhin wurden wegen der nebenberuflichen Bewirtschaftung der Rebfläche viele Laubarbeiten, vor allem aber auch Bodenbearbeitungen zu einem falschen Zeitpunkt durchgeführt. So wurden mehrfach bei sehr nassen (siehe Anhang Kap. 9.2.5.2) Bodensituationen Überfahrten zum Laubschnitt (Tab. 25-2) oder zu Pflanzenschutzmaßnahmen (siehe Anhang Kap. 9.2.5.1 (Tab. 25-3)) durchgeführt, die zu hohen Verdichtungen der Böden führte und wahrscheinlich auch Grundlage zur Ausbildung von nicht pathogen-suppressiven Böden (HUBER (2007)) geführt hat. So waren mehrfach die Zuwegungen zum Weinberg mit einem PKW nicht befahrbar (hohe Niederschlagsmengen: siehe Anhang Kap. 9.2.5.2) und trotzdem wurden – in teilweise riskanter Weise – mit dem Allradschmalspurschlepper Pflanzenschutzmaßnahmen durchgeführt. Die Folgen durch Ausbildung von extremen Fahrspuren wurde durch eine intensive Behandlung der Böden mit der Fräse und dem Grubber (Tab. 25-2) entgegengewirkt. Diese Maßnahme wurde ebenfalls häufig bei zu nassen (siehe Anhang Kap. 9.2.5.2) Bodensituationen durchgeführt, sodass auch die Krümelstruktur des Bodens zerstört wurde. Durch diese Bodenbearbeitungsweise wurde über die Pilzzönosenstruktur (Chen et al. (1995)) negativ auf die pathogen-Suppressivität der Böden eingegriffen. Diese extensive

Bewirtschaftung in Zusammenhang mit den Managementfehlern führte zur Verstärkung der aufgezeigten Wuchsentwicklungen auf dieser Fläche. Im Negativen wurden die Rückgangerscheinungen durch diese Art der „Bewirtschaftung“, im Sinne der Arbeitshypothese b., verstärkt. Im Positiven konnten bei der Wuchsverbesserung auf der Variante 'Organisch', z. B. der Humus in den Oberboden eingebaut werden und somit positiv hinsichtlich der Wasserspeicherung und Nährstoffversorgung (KOHL & PORTEN (2017A, B), KOHL & PORTEN (2018), PORTEN. & REGNERY (2018F)) wirken. Auch das mehrfache Grubbern und Fräsen (Tab. 25-2) der Fahrgassen mit der stärkeren Freisetzung von Stickstoff durch die Bodenbearbeitungen führte zunächst bei allen Varianten zu einer frohwüchsigeren Situation, konnte aber der immens stark ausgeprägten Rückgangerscheinung auf der Variante 'Kontrolle' nicht entgegenwirken, da nach CELAR (2003) über die freigesetzten Stickstoffformen auf die Pilzzönosen und damit auf die pathogen-Suppressivität der Böden eingegriffen wird. Somit tritt durch diese Art der extrem negativen Bewirtschaftung der Rebanlage wiederum ein ausgiebiger Erklärungsansatz für die in der Variante 'Kontrolle' auftretenden und teilweise zurückgeführten Rückgangerscheinungen auf den Düngevarianten auf und liefert damit einen Beleg für die Arbeitshypothese b. Darüber hinaus wurde versucht, auf den Bewirtschafter einzuwirken und eine Veränderung bei der Bewirtschaftung herbeizuführen. Dieser Rat wurde angenommen und der Anschnitt wurde an die Wuchsleistung angepasst (siehe Diskussion Kap. 4.1.2.2 u. Abb. 3322-3). Aber aus der Langzeitstudie zur Fläche Kiedrich 1 (12-Jahresstudie) in **Abb. 31-11** wird deutlich, dass der negative Trend hinsichtlich des Wuchses wieder ab Beendigung des Versuchs 1999 eintritt, weil der Bewirtschafter wieder in ähnlicher Weise bei der Bewirtschaftung weiterverfährt. **Abb. 31-11** zeigt eindeutig, dass nach 1999 wieder ein allgemeiner Trend zu geringeren Wuchswerten eintritt und sich auch erneut Rückgangerscheinungen ausbilden. Die ist wiederum ein Beleg für den Einfluss der Bewirtschaftung auf die Ausbildung der Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese b.

Die Wuchsentwicklungen in den Versuchsjahren 1998 und 1999 konnten hingegen durch einige Parameter bestätigt und untermauert werden, wie durch Kümmertriebe (**Abb. 3322-5**), Chlorophyllgehaltvergleichswerte (**Abb. 3322-15**), Gipfellaubgewicht (**Abb. 3322-13**) und Schnittholzgewicht (**Abb. 3312-27, Abb. 3312-28**)).

Die Analyse dieser einzelnen Parameter stellt im Vergleich zum Wuchs immer wieder deutlich similare Veränderungen heraus.

Dies zeigt, dass die Wuchsbonitur sehr gut dazu dient, Wuchsentwicklungen darzustellen und in einer Art Summenfunktion einige Aussagen und Zustandsbeschreibungen von Einzelparametern und Nährstoffanalysen zu bündeln und in ihrer Gesamtwirkung darzustellen. Dadurch können erst Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothesen in ihrer Gesamtheit und hinsichtlich ihrer Entwicklung über die Zeit hinweg belegt und dokumentiert werden.

Mit der Wuchsanalyse in den **Abb. 3323-1b** und **3323-2** wird die deutlich verbesserte Wuchsentwicklung zwischen den Varianten sowie das Auftreten der Rückgangerscheinungen (Arbeitshypothesen) nochmals deutlich herausgearbeitet. Die Analyse zeigt aber darüber hinaus noch weitere interessante Wuchsentwicklungen auf Teilbereichen innerhalb der Rebanlage. Diese Entwicklungen sind allein durch die Darstellung der Boniturnoten kaum zu erkennen oder darzustellen. So zeigt sich im Randbereich zur Nachbarparzelle in der 'Kontrolle' (circa Meter 40 bis 70 im Verlauf der Rebzeilen und Meter 16 bis 20 zwischen den Zeilen) zunächst ein positiver Wuchs mit höheren Boniturnoten. Aber über die Folgejahre hinweg stellt sich besonders vom Rand her eine Rückgangerscheinung ein, die die positive Ausgangssituation ins Gegenteil verkehrt. Dieser Randbereich, besonders der Bereich mit der sich entwickelnden Rückgangerscheinung, war vor Ort im Überblick zwar mit dem Auge auszumachen, aber eine Darstellung dieses Phänomens wurde nur durch die hier vorgestellte Analyseform und nicht nur durch die Darstellung der reinen Boniturnoten in Gänze möglich. Es scheint so, dass die extreme Fehlentwicklung in diesem Bereich ausgelöst wurde durch die extreme Belastung, die die Reben durch den viel zu hohen Anschnitt in 1998 (**Abb. 3322-3**) erfahren haben. Aber eine solche negative Entwicklung kann nicht allein auf diesem Faktor beruhen, da die aufgezeigte Fehlentwicklung innerhalb der 'Kontrolle' bei den Bodennährstoff- und Blattanalysewerten keine solche extremen Reaktionen rechtfertigen. Hier müssen durch diese initiale Schwächung der Überlastung und der mangelnden Humuswirtschaft auch noch andere Prozesse im Boden ausgelöst worden sein, die eine andere parasitäre Schwächung (HOITINK ET AL. (2002)), über den Reblausbefall hinaus, zugelassen haben. Hier kann durch die Erkenntnisse und Nachweise in diesem Untersuchungsbereich durch HUBER (2007) auf veränderte Pilzzönosen im Boden geschlossen werden. Weiterhin wurden durch andere Autoren auch Untersuchungen durchgeführt, um durch biocontrol-Präparate diesen Rückgangerscheinungen entgegenzuwirken (SUZZI ET AL. (1995), STRASSER ET AL. (1996), HANDELSMAN & STABB (1996), NORDLUND (1996), WILSON, M. (1997A,B), SIVASITHAMPARAM (1998), HOITINK & BOEHM (1999), PAULITZ (2000), VANNACCI, &

GULLINO (2000), MAGAN (2001), STRASSER & KIRCHMAIR (2006)). Im Sinne der dargestellten Zusammenhänge bei HUBER (2007) zu pathogen-suppressiven Böden ist somit eine alleinige Auslösung der Rückgangerscheinungen in diesem Bereich auf den Reblausbefall an sich auszuschließen. Damit kann die Arbeitshypothese a. nicht widerlegt werden, weil ein direkter Zusammenhang zwischen Reblausdichte und der Rückgangerscheinung ausgeschlossen werden musste. Ein ähnlicher Bereich mit starken Rückgangerscheinungen, der besonders auch bei den Bonituren und weiteren Messungen im Weinberg ersichtlich war, liegt im Jahr 1998 im Grenzbereich zwischen der 'Kontrolle' und Variante 'NPK'. Wobei dieser Bereich mit Rückgangerscheinungen eher etwas hin zu Variante 'Kontrolle' lokalisiert ist. Dieser Bereich mit einer sehr negativen Wuchsentwicklung im Jahr 1998 könnte, mit der klassischen runden Ausprägung einer Rückgangerscheinung, fast einen Reblausherd (BOURQUIN (1994), HOFFMAN (2011)) andeuten. Aber auch in diesem Bereich wurden keine veränderten Reblauspopulationen festgestellt gegenüber anderen Teilparzellen in der Versuchsanlage (Sondergrabungen und Sonderanalyse der beprobten Rebstöcke in diesem Bereich wurden hier nicht dargestellt). Sodass dies auch im Vergleich zu den anderen Varianten in diesem Bereich keine solch negativen Wuchsentwicklung aufgrund eines erhöhten Reblausbefalls vorliegen können, sodass hier die Arbeitshypothese a. auch nicht widerlegt werden kann. Hier müssen weitere Faktoren, wie die zuvor aufgeführten Einflussfaktoren im Boden, eine Rolle spielen, die auf nicht pathogen-suppressiven Böden beruhen (HUBER (2007), um solche Wirkungen auszulösen. Insgesamt stellt die Analyse des Wuchses laut **Abb. 3323-1b** und **3323-2** die partiellen Rückgangerscheinungen sehr gut dar. Die Wuchstransformation kann auch die Entwicklungen beim Wuchs, die gut per Auge auszumachen, aber kaum zu dokumentieren sind, differenziert darstellen. Diese so ausgemachten Wuchsdifferenzierungen innerhalb der Fläche können somit gut in die Bewertung von Rückgangerscheinungen und die Ermittlung der Ursachen zu den Rückgangerscheinungen mit einbezogen werden. Damit konnte ein differenziertes Bild zu den beiden Arbeitshypothesen dargestellt werden, sodass beide Arbeitshypothesen durch Analysen des Wuchses auf der Versuchsfläche mehrfach belegt werden konnten.

4.3.2.3 Synthese zu den Arbeitshypothesen auf den Versuchsflächen hinsichtlich der Wuchsbonitur

Die beiden sehr exemplarischen Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 bieten hinsichtlich des Wuchses für die Analyse und Bewertung der Arbeitshypothesen eine

Bandbreite von Wuchssituationen und Bewirtschaftungsmaßnahmen. Somit konnte, ausgehend von einer optimalen Bewirtschaftung auf der Versuchsfläche Geisenheim, die Arbeitshypothesen a. und b. anhand einer sehr homogenen Versuchsfläche getestet werden, die auch bei den gleichartig etablierten Versuchsvarianten kaum eine größere Reaktion auf die Düngemaßnahmen zeigte. Somit konnte die Arbeitshypothese a. bestätigt werden, weil auch durch zahlreiche Parameter unterstützt, die festgestellte gleichartige Wuchssituation nicht in Relation zu dem starken Reblausbefall, durch Auslösung von Rückgangerscheinungen, gestellt werden konnte. Die im Gegensatz dazu stark vernachlässigte Rebfläche Kiedrich 1 wies im Vorfeld sowie im Verlauf des Versuchszeitraums Rückgangerscheinungen auf, die aber nicht in Verbindung mit einem höheren Reblausbesatz gebracht werden konnten. Im Gegenteil, die Rückgangerscheinungen konnten deutlich in Relation zur fehlenden oder falschen Dünge- oder Bewirtschaftungsmaßnahme gestellt werden, sodass zum einen die Arbeitshypothese a. auf breiter Basis bestätigt wurde und zum anderen durch den Einfluss der Dünge- und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Ausformung der Rückgangerscheinungen oder die Rückführung der Rückgangerscheinungen auf der Versuchsfläche Kiedrich, die Arbeitshypothese b. ebenfalls auf einer breiten Basis mit vielen zusätzlich ermittelten Parametern belegt werden konnte. In diesem Zusammenhang konnte trotz des hohen Wuchsniveaus und der zuvor aufgeführten großen Homogenität des Wuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim auch die Arbeitshypothese b. bestätigt werden, weil der Einfluss der Düngemaßnahmen auf den Wuchs der Reben in dieser Rebfläche auch mit Unterstützung von vielen zusätzlichen Untersuchungsparametern aufgezeigt wurde. Somit bestätigten sich auf beiden Versuchsflächen, trotz diametral entgegengesetzten Ausgangslagen, hinsichtlich des Wuchses und des unterschiedlichen Wuchsverhaltens während der Versuchszeit beide Arbeitshypothesen. Damit sind durch die Abdeckung der gesamten Bandbreite der Wuchsstärke von Rebanlagen diese belegten Arbeitshypothesen sehr belastbar. Diese Ergebnisse zum Beleg der Arbeitshypothesen a. und b. werden auch durch die weiteren Versuchsflächen (siehe Anhang Kap. 9.3.3.3, 9.3.3.4, 9.3.3.5), die eher einen intermediären Charakter hinsichtlich des Wuchses gegenüber den beiden hier dargestellten Versuchsflächen Geisenheim und Kiedrich 1 haben, ebenfalls durch die Analyse des Wuchses und aller aufgezeigten Parameter belegt.

4.3.2.4 Der Reblausbefall auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999

Der innerhalb des Ergebnisteils in **Abb. 3314-1** beschriebene Reblausbefall auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni bis September des Jahres 1998 zeigt einen typischen Verlauf, der die geringsten Befallshäufigkeiten im Monat Juni aufzeigte. In den Monaten Juli und August stiegen die Werte an und wiesen im Monat August die höchsten Werte an, im Monat September ging die Befallshäufigkeit wieder zurück. In den Monaten Juli und August stieg die Zahl der reblausbefallenen Rebstöcke auf allen Versuchsvarianten an, wobei die höchsten Befallshäufigkeiten an Reben der Versuchsvariante 'NPK' festgestellt wurden. An den Reben dieser Versuchsvarianten waren in beiden Monaten alle untersuchten Rebstöcke mit Reblaus infiziert. Ebenfalls in beiden Monaten wiesen die Reben der Versuchsvariante 'Organisch' die geringste Anzahl Reben mit aktuellem Reblausbefall auf. Gegen Ende der Vegetationsperiode sank die Zahl infizierter Reben auf allen Versuchsvarianten, wobei auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' immer noch 80 % aller untersuchten Reben einen Reblausbefall aufwiesen. Auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' hingegen war nur noch an 25 % bzw. 20 % aller untersuchten Wurzelsysteme ein Reblausbefall vorhanden.

Dieser Verlauf des Reblausbefalls im Boden ist typisch für die Dynamik der Reblausabundanz im Freiland und wurde in dieser Weise auch schon von STEVENSON (1964) aufgezeigt. Der Reblausbefall und dessen Befallsverlauf orientiert sich somit im Nachblütebereich an der Dynamik des Frischwurzelsystems (STEINBERG 1968). Das Wuchsbonitursystem bezieht vor allem das Frischwurzelsystem in die Betrachtung der Dynamik des Reblausbefalls ein, da vor allem auf die Analyse der Nodositäten, also damit der Befall an nicht lignifizierten Wurzeln, der Fokus liegt. Darüber hinaus wurde durch POWELL ET AL. (2003) gezeigt, dass sich die Reblausabundanz sehr stark an der Bodentemperatur orientiert und somit auch der typische Befallsverlauf, der in **Abb. 32-2** zur Validierung des Reblausbonitursystems aufgezeigt werden konnte. Damit orientiert sich die Befallshäufigkeit im Verlauf der Vegetationsperiode an dem Frischwurzelsystemwachstum und der Temperatur des Bodens (WOODHAM & ALEXANDER (1966)), wobei zwischen dem Frischwurzelsystemwachstum und der Temperatur wiederum eine Korrelation (KHMELEVSKII (1972)) besteht, die aber auch noch durch das vorhandene Bodenwasser (PIERI ET AL. (1999)) bestimmt wird, um über den Massenfluss die Zufuhr der Hauptnährstoffe (MENGEL(1991)) zu gewährleisten. Der Reblausbefall ist also eindeutig mit der Dynamik des Frischwurzelsystemwachstums korreliert und somit konnte mit dem erarbeiteten Reblausbonitursystem

(HUBER & PORTEN (2003)) für den Befall an Rebwurzeln die Reblausabundanz in diesem Versuch ermittelt werden.

Die Dynamik und Ausprägung des Frischwurzelsystems ist ausschlaggebend für die Befallshäufigkeit bei der Reblaus, somit besteht auch ein Zusammenhang zum Wuchs der Reben, wie KOBLET & PERRET (1990) und BUTTROSE (1966), BUTTROSE & MULLINS (1968) anführen. Es fällt auf, dass neben den anderen leichten Unterschieden bei der Befallshäufigkeit zwischen den Varianten im Jahr 1998, die im Ergebnis teil besprochen wurden (3.3.1.4), gegen Ende der Vegetationsperiode die Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' hingegen nur noch 25 bzw. 20 % an Reblausbefall gegenüber den andern Varianten aufweisen. Anhand der Wuchsanalyse in **Abb. 3313-1b** konnte im Jahr 1998 (Grafik b) deutlich eine Wuchsverbesserung dieser beiden Varianten gegenüber der Variante 'NPK' und 'Kontrolle' aufgezeigt werden, sodass in den Varianten 'KSS' und 'Organisch' in der oben gezeigten Weise auch von einem intensiveren Frischwurzelsystem ausgegangen werden kann. Eine Besiedlung durch die Reblaus und die Vermehrung an solch einem intensiven System (Wuchs, Frischwurzelsystem) müsste somit leichter möglich sein. Die Häufigkeit des Befalls ist aber geringer, von einem etwaigen „Verdünnungseffekt“ bei solch optimalen Ernährungs- und Vermehrungsbedingungen kann aber nicht generell ausgegangen werden. Die Besiedlung mit Reblaus ist von vielen Faktoren abhängig (HOFFMANN ET AL. (2016)) und ist laut den Autoren hinsichtlich der Populationsdynamik nicht aufgeklärt. Trotzdem können durch die aufgezeigte Reduzierung der Reblaus zum Ende der Vegetation auf der organischen Variante sowie auf der Variante 'KSS' mit einem höheren Chlorophyllgehalt der Blätter in Verbindung gebracht werden, da in umgekehrter Weise BLANCHFIELD ET AL. (2006A,B) zeigen, dass ein erhöhter Reblausbefall zur Reduzierung des Chlorophyllgehalts führen. Der erhöhte Chlorophyllgehalt konnte bei der Variante 'KSS' mit den Chlorophyllvergleichsmessungen, anhand der **Abb. 3312-15** aufgezeigt werden. Weiterhin wurde in der Variante 'Organisch' wie in allen anderen Varianten zur Veraison hin eine sehr hohe Stickstoffversorgung der Blätter aufgezeigt, sodass hier hinsichtlich der Stickstoffversorgung kein Einfluss durch die Düngervariante hergestellt werden konnte. Die Arbeitshypothese a wird bestätigt durch die unterschiedlichen Reblausbefallshäufigkeiten. Da bei einer Rebfläche, die sich im Allgemeinen durch eine sehr hohe Nährstoffversorgung (Bsp. N-Versorgung) und einen sehr guten Wuchs auszeichnet, eine Korrelation zwischen einer Rückgangerscheinung und der unterschiedlichen Reblausbefallshäufigkeiten nicht hergestellt werden kann. Der verbesserte Wuchs auf der organischen Variante, der mit einer geringeren

Reblausbefallshäufigkeit zum Ende der Vegetationsperiode einhergeht, muss somit mit den durch die Humusgabe geschaffenen Bedingungen im Boden in Verbindung gebracht werden. Mit dieser Humusgabe wurden pathogen-suppressive Bodeneigenschaften, wie auch von HUBER (2007), FICIU & DEJEU (2016) und HUBER ET AL. (2009) beschrieben, geschaffen, die zu einer Reduzierung der Reblauspopulation aber vor allem der Rückgangerscheinungen führen. Da von einem sehr guten generellen Wuchs auf der Fläche Geisenheim gesprochen werden kann und gleichzeitig ein differierender Reblausbefall, ausgelöst durch die Bewirtschaftung, vorliegt, kann somit in diesem Zusammenhang die Arbeitshypothese b. bestätigt werden. Die Arbeitshypothese a. wird durch diese Entkopplung vom Wuchs zu den differierenden Reblausbefällen, wie dargestellt, bestätigt. Insgesamt wird der sehr hohe Reblausbefall auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 belegt durch die hohen Befallshäufigkeiten auf dieser Fläche. Im August, dem Monat mit den höchsten Befallssituationen und dem höchsten Frischwurzelsvolumen, waren auf der Variante 'Kontrolle' und 'NPK' alle Reben mit Reblaus befallen. Diese hohe Reblausabundanz in allen Versuchsvarianten bei gleichzeitigem sehr gutem Wuchs der Versuchsanlage Geisenheim spricht für eine langjährige Koexistenz von Reblaus und Reben, basierend auf der Unterlagskreuzungskombination *V. Berlandieri x riparia* (HOFFMAN (2011)). Belegt wird dieser Zusammenhang innerhalb von einem Reblausfachgespräch, das von allen Wissenschaftlern und Beratern aus Deutschland und Österreich, die sich mit Reblausproblemen beschäftigen, durchgeführt wurde. Die sehr hohe Reblausdichte auf dieser Rebfläche wurde mehrfach in die Diskussion zu den Ergebnissen mit einbezogen. Die fehlende Korrelation zu einer Rückgangerscheinung bei allen Versuchsvarianten bestätigt nochmals die Arbeitshypothese a.

Die in **Abb. 3314-2** dargestellte Befallsintensität korrespondiert hinsichtlich der Befallshöhe sehr gut mit der Befallshäufigkeit, die zuvor in **Abb. 3314-1** dargestellt wurde. Es wird ebenfalls deutlich, dass die Varianten 'KSS' und 'Organisch' schon im ersten Versuchsjahr deutlich geringere Befallsintensitäten aufweisen, als die beiden anderen Varianten 'Kontrolle' und 'NPK'. Das heißt, dass wiederum durch besseren Wuchs (**Abb. 3313-1b**) auf den Varianten 'KSS' und 'Organisch', somit tendenziell ein intensiveres Frischwurzelsvolumen vorliegen sollte als auf den Varianten 'KSS' und 'Organisch'. Dagegen liegen deutlich geringere Reblauspopulationsdichten auf den Varianten 'KSS' und 'Organisch' vor. Ein Einfluss durch die organische Düngung auf die Reblauspopulation kann, wenn auch auf geringem Ausmaß durch die festgestellten Signifikanzen gegenüber den Varianten 'Kontrolle' und 'NPK', festgehalten werden. Dies korrespondiert

mit den festgestellten Wuchsverbesserungen, muss aber nicht in direktem ursächlichem Zusammenhang stehen, da auch eine Wuchsverbesserung auf der Variante 'KSS' festgestellt wurde, sodass dies nicht der Arbeitshypothese a. widerspricht. Im Gegenteil gibt POWELL ET AL. (2014) an, dass die Reblaus eine Habitattreue aufweist, sodass solch massive Veränderungen wie durch die Aufbringung einer hohen Menge an Sägemehl auf die Versuchsvariante 'Organisch' das Habitat in solch einer extremen Weise verändert. Diese extreme Veränderungen führt somit über die veränderten Lebensbedingungen für die Reblaus zu einer geringere Replikationsrate der Reblaus auf diesen Varianten. Darüber hinaus kann bei einem solch stark veränderten C/N-Verhältnis in der Variante 'Organisch', basierend auf der Sägemehlgabe (RASP (1994)) von einer stark veränderten Bakterien- und Pilzflorazusammensetzung laut KWASNA ET AL. (2000) ausgegangen werden. Diese stärkere Veränderung auf dieser Teilfläche wurde von HUBER (2007) festgestellt und führt zu der Hypothese, dass auf dieser Variante organische Böden vorliegen müssen, die eine höhere Supressivität gegenüber pathogenen im Boden haben. Diese Einflüsse und Zusammenhänge wurden von HUBER (2007), FICIU & DEJEU (2016) und HUBER ET AL. (2009) belegt, sodass hier wiederum nicht von einem Zusammenhang von Wuchs und Reblausbefallsintensität gesprochen werden kann. Die Befallsintensitäten im Jahr 1998 auf der Versuchsfläche wiederum bestätigen die Arbeitshypothese a.

In **Abb. 3314-3** wird als Summenfunktion der Gesamtbefall im Jahr 1998 durch die Reblaus in der Vegetationsperiode dargestellt, dabei wird auf eine Einzeldarstellung gegliedert nach Monaten wie in den **Abb. 3314-1** und **3314-2** verzichtet. Die gemittelten Befallsintensitäten und Befallshäufigkeiten des Reblausbefalls an den Wurzeln der Reben den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim bestätigten sich bei der Betrachtung der gewonnenen Zusammenhänge der Einzelmonatswerte. Die statistisch signifikant geringste Befallsintensität der Versuchsvariante 'Organisch' gegenüber allen anderen Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 wird deutlich herausgearbeitet. Das zeigt auch, dass die Analyse der Gesamtabundanz im Jahr 1998 von Vorteil ist, um den deutlichen Trend zur geringen Befallsintensität auf der Fläche 'Organisch' nochmals aufzuzeigen. Die niedrigere Populationsdichte bei der Reblaus auf der Variante 'Organisch' wird somit nochmals aufgezeigt (REISENZEIN ET AL. (2007)). Der Effekt der organischen Düngung auf die Population wird deutlich, obschon die Wuchsverbesserung bei den meisten Parametern, die ermittelt wurden, erst im zweiten Jahr zu Tage treten. Also kann die sichtbare Wuchsverbesserung durch die Wuchsanalyse (**Abb. 3313-1b**) für das Jahr 1998 auf der Variante 'Organisch' festgehalten werden. Da die

Wuchsverbesserung aber ebenfalls auch auf der Variante 'KSS' festzustellen ist, kann eine Entkopplung bei der Erniedrigung der Reblauspopulationsdichte und der Wuchsverbesserung somit festgehalten werden. Die Wuchsverbesserung kann daher nicht grundlegend auf die Verringerung der Reblauspopulationsdichte zurückgeführt werden. Es besteht daher keine Korrelation von Reblausdichte und Wuchsverbesserung durch den Abbau von Rückgangerscheinungen im Sinne der Arbeitshypothese a. Die Verringerung der Befallsintensität muss somit auf andere Bodenbedingungen, wie sie bei Sägemehlgaben laut (RASP (1994)) vorliegen, zurückgeführt werden. Dabei muss neben dem sehr starken Effekt der pathogen suppressiven Böden, die vor allem bei organischen Düngungen vorliegen, auch eine Habitatveränderung für die Reblaus durch die Erhöhung des Wassergehalts (RASP (1994)) in Erwägung gezogen werden. Dass aber an sich ein sehr hoher Reblausbefall, belegt durch die Gesamtreblausbefallshäufigkeit und -befallsintensität in **Abb. 3314-3** im Jahr 1998 zu keinerlei nennenswerten Rückgangerscheinungen auf der Versuchsfläche führt (**Abb. 3313-1a**), ist nicht nur bemerkenswert sondern führt auch zu folgendem Schluss. Im Sinne des zuvor aufgeführten Zusammenhangs, dass durch die langjährige organische Düngung auf der Versuchsfläche Geisenheim ein Boden geschaffen wurde der sehr ausgeprägte pathogen suppressive Eigenschaften aufweist, und somit diese pathogen reduzierten Eigenschaften auch gegenüber der Reblaus aufweist. Daher kann bei der Verwendung von Unterlagsrebsorten der Kreuzung *V. berlandieri* x *V. riparia* keine direkte Korrelation zwischen Reblausdichte und Ausmaß der Rückgangerscheinungen an infizierten Reben laut der Arbeitshypothese a. festgestellt werden.

Die Befallshäufigkeiten im zweiten Versuchsjahr 1999 auf den Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim zeigen laut **Abb. 3314-4** ähnliche Tendenzen wie im Jahr 1998 auf. Verdeutlicht wird dies besonders durch die geringere Befallshäufigkeit bei der Variante 'Organisch' gegenüber den anderen Versuchsvarianten. Wobei die Absenkung der Befallshäufigkeit im August gegenüber den anderen Varianten nicht so deutlich ausfällt, wie im Jahr 1998 und nur im Monat September stärker ausgeprägt ist. Trotz der Verbesserung im Wuchs auf allen Versuchsvarianten der Versuchsanlage Geisenheim im Jahr 1999 (**Abb. 3313-1b**) ist kaum eine Veränderung in der Art des Befalls und dem Verlauf durch die Befallshäufigkeit zu erkennen. Die Reblauspopulation ist somit unabhängig von der Wuchsentwicklung der Reben, sodass damit die Arbeitshypothese a. bestätigt wird. Andere Faktoren, die durch die Sägemehldüngung ausgelöst wurden, wie die veränderte pathogene Suppressivität der Böden (HUBER (2007)), müssen daher die

Reblauspopulation beeinflussen. Diese Zusammenhänge wurden zuvor erläutert und werden somit im zweiten Versuchsjahr bestätigt.

Auch bei den Befallsintensitäten der Reblaus werden im zweiten Jahr ähnliche Entwicklungen wie im Jahr 1998 (**Abb. 3314-2** und **3314-5**) festgestellt. Wie die zuvor aufgeführten Befallshäufigkeiten zeigte die Versuchsvariante 'Organisch' in den Monaten Juni bis August die geringsten Werte hinsichtlich der Befallsintensität reblausbefallener Rebstöcke. Signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten wurden in den Monaten Juli und August festgestellt. In diesen Monaten unterschied sich die Versuchsvariante 'Organisch' statistisch signifikant von den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK'. Andere statistische Unterschiede konnten nur partiell in einem Monat festgestellt werden und sind daher von untergeordneter Relevanz. Da sich die organische Variante durch den stärksten Befall vor allem in den Monaten Juli und August deutlich von den anderen Varianten unterscheidet, ist ein Einfluss durch die organische Düngung in indirekter Form auf die Reblausbefallsdichte nicht zu erkennen. Eine direkte Korrelation zur Wachstumsverbesserung kann laut der Wuchsanalyse (**Abb. 3313-1b**) nicht hergestellt werden. Der Erklärungsansatz kann somit nur in der Veränderung der pathogenen Suppressivität der Böden (HORNBY (1983), ALABOUVETTE ET AL. (1985), HÖPER & ALABOUVETTE (1996), KNUDSEN ET AL. (1999), MURAKAMI ET AL. (2000), TRÄNKNER (2005), HUBER (2007)) liegen, die bereits bei der Befallshäufigkeit 1998 und 1999 und der Befallsintensität 1998 angeführt wurde. Weiterhin ist der sehr hohe Befall mit Reblaus im Jahr 1999 auf allen Versuchsvarianten festzuhalten. Auch im zweiten Versuchsjahr sind bei diesem extremen Befall an Reblaus keine auffallenden Rückgangerscheinungen festzustellen. Dies ist um so bemerkenswerter, da in dieser Rebanlage für jeden Laien der Reblausbefall durch eine sichtbare Gelbfärbung der Frischwurzeln, ausgelöst durch sehr viele frische Nodositäten mit hohem Reblausbesatz und intensivem Eigeläge, ersichtlich wäre. Und trotzdem liegt in diesem Sinne kein Einfluss auf den Wuchs in Form von Rückgangerscheinungen auch im Hochsommer und unter Stressbedingungen (Wasser- u. Nährstoffdefizit) vor. Das zeigt ganz deutlich, dass keine Korrelation zwischen Reblausdichte und Rückgangerscheinungen laut Arbeitshypothese a. besteht.

Abb. 3314-6 gibt die Gesamtbefallsintensitäten und -häufigkeit der Monate Juni bis September im Jahr 1999 der Versuchsvarianten der Versuchsfläche Geisenheim wieder. Anders als im Jahr 1998 unterschied sich die Versuchsvariante 'Organisch' nicht statistisch signifikant von der Versuchsvariante 'KSS' hinsichtlich der Befallsintensität. Nur im Vergleich zu den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' war die Befallsintensität der

Versuchsvariante 'Organisch' mit einem Wert von 3,98 um 1,03 bzw. 1,27 Klassen statistisch signifikant niedriger. Ähnlich wie im Jahr 1998 zeigten die Reben der Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' niedrigere Werte hinsichtlich der Befallshäufigkeit. Während auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle' und 'NPK' 75 bzw. 73 % der Reben im Jahresmittel mit Reblaus befallen waren, war Ihre Zahl auf den Versuchsvarianten 'KSS' und 'Organisch' um circa 17 bis 29 Prozentpunkte geringer.

Bei der Analyse des Gesamtbefalls an Reblaus während des Versuchsjahres 1999 auf der Versuchsfläche Geisenheim, dargestellt in **Abb. 3314-6** wird deutlich, dass die Variante 'Organisch' zwar immer noch die geringsten Befallshäufigkeiten und Intensitäten aufweist, aber der Abstand zur Variante 'KSS' gegenüber dem Jahr 1998 geringer wird. Insgesamt ist der Zusammenhang zwischen dem besseren Wuchs der Varianten 'KSS' und 'Organisch' (**Abb. 3313-1b**) und der Verringerung der Reblauspopulation bemerkenswert, aber nicht grundsätzlich ursächlich in Zusammenhang zu bringen. Dabei muss auch das bessere Ausgangsniveau beim Wuchs dieser beiden Flächen und die allgemeine Verbesserung des Wachses auf der gesamten Versuchsanlage angeführt werden. Auch die Bewertung des Wachses im Kapitel 4.3.2.1 muss beachtet werden. Dabei wird gezeigt, dass bei diesem hohen Wuchsniveau auch eine leichte Wuchsverbesserung nicht ursächlich in direktem Zusammenhang mit dem geringeren Reblausbefall bei den Varianten 'KSS' und 'Organisch' gebracht werden kann, da die Gesamtanlage eine Verbesserung erfahren hat, die auch auf die bessere Wasserversorgung durch höhere Niederschläge im Jahr 1999 (siehe auch Anhang Kap. 9.2.5.2) zurückgeführt werden kann. Die Gesamtbefallsanalyse zeigt aber mit dem geringeren Befall der Reblaus in der Variante 'Organisch' den deutlichen Zusammenhang zwischen den veränderten Lebensbedingungen der Reblaus laut POWELL ET AL. (2014), durch die Veränderung des Habitats auf. In diesem Zusammenhang wurde durch (RASP (1994)) bei einer Sägemehlgabe die veränderten Bakterien und Pilzflorazusammensetzung aufgezeigt, die somit auch veränderte Lebensbedingungen für die Reblaus mit sich bringen (Habitattheorie). Daher wird durch diese Darstellung des Reblausbefalls in einer Art Summenfunktion für das ganze Versuchsjahr der Effekt der suppressiven Böden, der durch HUBER (2007) herausgearbeitet wurde, deutlich bestätigt.

Insgesamt waren die Effekte auf die Reblausbefallshäufigkeit und -intensität auf der Versuchsfläche Geisenheim in beiden Jahren sehr gleichartig und in jeder Einzelbetrachtung (Versuchsjahr, Befallshäufigkeit und -intensität) konnte die Arbeitshypothese a. bestätigt werden. Damit liegt ein sehr starker Beleg für die Arbeitshypothese a. vor. Zum Teil

konnte sogar die Arbeitshypothese b. bestätigt werden, weil der Einfluss der Düngemaßnahmen einen sehr starken Einfluss auf den Wuchs ausübte und somit nicht in Korrelation zu der Reblausdichte gebracht werden konnte.

4.3.2.5 Der Reblausbefall auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999

In **Abb. 3324-1** wird anhand der aufgezeigten Reblausbefallshäufigkeit für das Versuchsjahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 deutlich, dass der Reblausbefall auf der Gesamtfläche niedriger ist als auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998. Trotzdem konnte ein durchgängiger Reblausbefall während der Vegetationsperiode gemessen werden. Die Entwicklung und damit auch der Verlauf der Befallshäufigkeiten während der Vegetationsperiode folgt der Entwicklung der Bodentemperatur (STEVENSON (1964), POWELL ET AL. (2003)) und des Frischwurzelwachstums, wie zuvor schon auf der Versuchsfläche Geisenheim aufgezeigt wurde. Wobei die Autoren TURLEY ET AL. (1996) eine Bodentemperatur von über 18 °C für eine optimale Entwicklung der Reblaus an Rebwurzeln angeben. Ähnlich dem Befallsverlauf auf der Versuchsfläche Geisenheim konnte ein Verlauf, der in Anlehnung an die Dynamik Frischwurzelwachstum mit einem Höhepunkt des Wachstums und des Reblausbefalls im August festgestellt werden. Wobei zum Herbst zu im September die Befallshäufigkeit wieder abnimmt. Somit konnte in allen Untersuchungen, auch auf den anderen nicht dargestellten Versuchsflächen (Kiedrich 2 (Kap. 9.3.3.3.4), Rüdesheim (Kap. 9.3.3.4.4) und Eltville (Kap. 9.3.3.5.4)), immer wieder dieser symptomatische Befallsverlauf, mit einem Maximum im Sommer, festgestellt werden. Eine Reblausbefallshäufigkeit mit bimodalen Peaks, wie sie von POWELL ET AL. (2003) unter australischen Verhältnissen festgestellt wurde, konnte in keiner Versuchsfläche ermittelt werden. Der Zusammenhang zum Frischwurzelwachstum, der von vielen Autoren festgestellt wird, lässt daher hier auch auf eine Frischwurzeldynamik hindeuten, da der australische Weinbau fast ausschließlich auf einer Bewässerung der Weinberge aufbaut und dadurch eine andere Frischwurzeldynamik im Boden gegeben sein dürfte. Die Ähnlichkeit zu den Befallsintensitäten und der Befallshäufigkeit auf allen Versuchsflächen spricht auch für das vorgefundene Verteilungsmuster der Befallshäufigkeit der Reblaus während der Vegetationsperiode im Boden. Interessanterweise ist das Befallsmaxima nicht in allen Versuchsvarianten im gleichen Monat vorzufinden, sodass im Sinne der Abhängigkeit vom Frischwurzelwachstum auch von unterschiedlichen Wasserversorgungsraten (MAPFUMO ET AL.(1994)) auszugehen ist, die durch unterschiedliche Humusgehalte im Boden vorliegen könnten. Ein entsprechender Nachweis wurde bei der

Diskussion zum Humusgehalt in den Versuchsvarianten im Kapitel 4.3.1 und 4.3.3.12.3 aufgezeigt. Dies führt auch zu den veränderten Befallshäufigkeiten bei der Versuchsvariante 'Organisch'. Festzuhalten ist, dass im Versuchsjahr 1998 die Variante 'Organisch' während aller Untersuchungstermine, außer im Monat Juli, immer die niedrigsten Befallshäufigkeiten aufzuweisen hat. Das steht in Analogie zu den ausgiebigen Regenfällen im Juli 1998 auf der Fläche Kiedrich 1, die ausgiebiger waren als die dokumentierten Regenfälle (siehe auch Anhang Kap. 9.2.5.2) auf der Versuchsfläche Geisenheim. Somit lag für alle Versuchsvarianten im Folgenden ausreichend Wasser für die Bildung von Frischwurzeln vor. Der Vorteil der höheren Wasserhaltekapazität (SCHALLER (1979)) besteht bei einem Boden mit hohem Humusgehalt besonders in den Sommermonaten. Somit wird indirekt der Zusammenhang zwischen Frischwurzelswachstum und der Reblausbefallsdichte hergestellt. So ist aber davon auszugehen, dass ein höheres Frischwurzelswachstum einer Entwicklung der Reblauspopulation vorauslaufen kann. Das heißt, dass bei einem hohen Frischwurzelswachstum, das auch bei den Grabungen in diesen Phasen sehr gut beobachtet werden konnte, sehr gute Wuchsbedingungen vorlagen, die auch durch die Wuchsbonitur (Tab. 3323-1) bestätigt werden. Somit wird durch die guten Wachstumsbedingungen gezeigt, dass kein Zusammenhang zwischen der Reblausdichte und dem Ausmaß der Rückgangerscheinungen bei Reben vorliegt, wenn eine Unterlage mit der Kreuzungskombination *V. berlandieri* x *V. riparia* Verwendung findet. Dieser fehlende Zusammenhang von Reblauspopulation, die auf Nodositäten angesiedelt sind, und der Ausbildung von Rückgangerscheinungen wird auch schon für kalifornische Weinberge durch GRANETT & WALKER (2009) belegt. Damit wird die Arbeitshypothese a. durch dieses Untersuchungsergebnis bestätigt.

Die Untersuchungen im Versuchsjahr 1998 zeigen, dass bei der organischen Variante wiederum durch die Humusgabe, hier in Form von Sägemehl, eine geringere Befallshäufigkeit provoziert wird. Die Gründe liegen, wie bereits zur Diskussion auf der Rebfläche Geisenheim dokumentiert, im besseren Wasserhaltevermögen und in der Etablierung anderer Pilzzönosen im Boden (HUBER (2007)). Diese Pilzarten unterdrücken mit ihren Auswirkungen auf das Wurzelsystem auch die Reblauspopulation. Deutlich gezeigt werden konnte, dass die Reblaus zwar etwas gehemmt werden hinsichtlich der Befallshäufigkeit, aber im Versuchsjahr 1998 ein Einfluss der Düngemaßnahmen insbesondere der Humusgabe auf die Befallsintensität nicht ermittelt werden konnte (**Abb. 3324-2**). Trotz einer einhergehenden Wuchsverbesserung vom Versuchsjahr 1997 auf das Jahr 1998 bei der Variante 'Organisch' (**Tab. 3323-1**), ist somit von einer Entkopplung der Wirkung des

Reblausbefalls auf die Bildung von Rückgangerscheinungen und der ausgebildeten Wuchsverbesserung zu sprechen. Dies ist ein eindeutiger Beleg für die Arbeitshypothese a. Weiterhin lässt dies den Schluss zu, dass die Düngewirkungen und die bodenverbesserten Eigenschaften der Humusdüngung (ZIEGLER (1991)) im Vordergrund stehen und somit zur Wuchsverbesserung führen. Dies ist ein eindeutiger Beleg für die Arbeitshypothese b., da den Rückgangerscheinungen durch die Humusgabe entgegengearbeitet wird. Somit spielt die etwas geringere Reblausbefallsdichte hinsichtlich der Wuchsentwicklung keine Rolle. Damit kann diese Wirkung der höheren Reblausbefallsdichte hinsichtlich der Rückgangerscheinungen auf der 'Kontrolle', wie zuvor beim Wuchs dargestellt, als Einflussfaktor für die negative Entwicklung des Wuchses ausgeschlossen werden. Damit liegen hier andere Gründe wie die Überlastung (zu hohes Anschnittniveau: siehe Kap. 4.3.1.1.2) und die schlechte Nährstoffversorgung (Diskussion zum Kaliumdefizit: siehe Kap. 4.3.1.12.3 u. 4.3.1.12.4) zugrunde, die im Boden eine Parasitierung durch Pilze mit stark schädigender Wirkung (EDWARDS ET AL. (2007), HUBER ET AL. (2009)) zulassen (HUBER (2007)). Somit zeigt sich, dass die gleichartige Befallsintensität auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 ein eindeutiger Beleg auch für die gleichartige Belastung durch den Reblausbefall ist und die etwas abgeschwächten Befallshäufigkeiten bei der Versuchsfläche 'Organisch' keinen Einfluss auf den Wuchs darstellen können. Weiterhin wird deutlich, dass dieses Ergebnis im Kontext mit vielen Arbeiten steht, die keinen oder kaum einen Einfluss auf die Reblauspopulation durch Humusgaben haben (LOTTER ET AL. (1999), LOTTER (2000), HUBER ET AL. (2003A), POWELL ET AL. (2007B), POWELL ET AL. (2007C)).

Der Gesamtreblausbefall, dargestellt durch die Befallsintensität und -häufigkeit im Versuchsjahr 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich, zeigt in **Abb. 3324-3** keine Unterschiede zwischen den Versuchsvarianten auf. Die Analyse zum Gesamtjahresbefall stellt eine integrative Betrachtung dar, da die gesamten Effekte über das Jahr hinweg in die Bewertung des Befalls mit einfließen und somit oft kleinere unbedeutende Effekte nicht mit in die Betrachtung einbezogen werden. Dieser etwas abstrahierte Ansatz führt oft zur Verdichtung eines vorhandenen Zusammenhangs. Daher stellt die Methode der Analyse des Gesamtbefalls ein gutes Instrument zur Beurteilung der Reblauspopulation auf einer Rebfläche dar. Bei der Befallsintensität konnten keine statistischen Signifikanzen nachgewiesen werden. Bei der Analyse der Gesamtjahreswerte zeigt sich, dass daher nicht von einem Einflussfaktor durch die Reblaus auf den Wuchs und die Rückgangerscheinungen in dieser Rebfläche gesprochen werden kann. Dies ist ein eindeutiger Beleg für die

Arbeitshypothese a. Die bereits in der Wuchsanalyse in **Abb. 3323-1b** und **Abb. 3323-2** im Kapitel 4.3.2.2 der Diskussion dargestellten unterschiedlichen, zum Teil extremen Wuchsveränderungen können somit nicht in Verbindung mit der Reblausbefallsdichte gebracht werden, sodass die Verbesserungen und Verschlechterungen im Wuchs der einzelnen Düngevarianten und der 'Kontrolle' auf andere Faktoren zurückzuführen sind. Im Umkehrschluss kann gesagt werden, dass Weinberge (mit Verwendung der Unterlage: *V. berlandieri* x *V. riparia*), die einen starken Reblausbefall aufweisen, bei einer ordnungsgemäßen Bestandsführung und angepassten Humusbewirtschaftung zu einem „normalen“ Wuchs ohne Rückgangerscheinungen zugeführt werden können, sofern sich nicht schon andere pathogene Pilze oder Organismen etabliert haben (HUBER (2007)). Insgesamt kann aber auch ein sehr hoher gleichmäßiger Befall durch die Reblaus anhand der Gesamtreblausbefallswerte (**Abb. 3324-3**) aufgezeigt werden, der zwar nicht auf dem Befallsniveau der Versuchsfläche Geisenheim liegt, aber durch die hohen Befallshäufigkeiten eine gleichmäßige Verteilung der Reblaus über die Fläche hinweg anzeigt. Obwohl POWELL ET AL. (2014) die Verteilungsmuster der Reblaus im Freiland als sehr inhomogen bezeichnen, konnte durch intensive Grabungen während der gesamten Vegetationsperiode ein gleichartiges Verteilungsmuster festgestellt werden, dass durch die Entkopplung von den sich entwickelnden Wuchsunterschieden somit die Arbeitshypothese a. bestätigt

Auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 konnte im zweiten Versuchsjahr bei der Befallshäufigkeit und der Befallsintensität in Analogie zur Versuchsfläche Geisenheim wiederum der typische Verlauf der Reblausbefallshöhe über die Vegetationsperiode hinweg mit einem deutlichen Höhepunkt im Sommer festgestellt werden (**Abb. 3324-4 und 3324-5**). Damit ist diese vor allem auch bodentemperaturabhängige Entwicklungsweise der Reblaus im Boden (STEVENSON (1964)) vergleichbar zu den anderen Standorten und Versuchsjahren. Im zweiten Jahr der Versuche konnte auf der Versuchsfläche Kiedrich der Einfluss der organischen Düngung, basierend auf der Sägemehlgabe, mit einer leichten Abnahme der Befallshäufigkeit (**Abb. 3324-4**) in allen Untersuchungsmonaten gegenüber den anderen Versuchsvarianten festgestellt werden. Dabei wurden bisher schon die beeinflussenden Größen, wie das verbesserte Frischwurzelwachstum und der Aufbau von pathogen suppressiven Böden (HUBER (2007)) durch diese Humusgabe angeführt (HUBER ET AL. (2009)). Statistisch signifikante Unterschiede konnten bei der Befallsintensität im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 nur im Untersuchungsmonat August, der auch den höchsten Befall aufweist, nachgewiesen werden (**Abb. 3324-5**). Besonders der festgestellte Einfluss im befallsstärksten Monat August deutet auf eine indirekte

Beeinflussung der Reblauspopulation hin, indem die Lebensbedingungen durch die Humusgaben für die Reblaus in den oberen Bodenschichten negativ beeinflusst wurden. Hier wurden schon bei der Versuchsfläche Geisenheim die höheren Bodenwassergehalte und die Förderung von Pilzbegleitzyklen angesprochen, die sich negativ auf die Reblausabundanz auswirken können. In diesem Zusammenhang kann wiederum der Einfluss der pathogen suppressiven Böden laut HUBER (2007) auf die Reblauspopulation als Erklärungsansatz angeführt werden, der von dem Autor auch auf dieser Fläche für die organische Variante nachgewiesen wurde. Darüber hinaus kann sich laut REISENZEIN ET AL. (2007) durch sehr hohe Gaben an Sägemehl der C-Gehalt des Bodens verändern, was die Lebensumstände für die Reblaus auf dieser Variante 'Organisch' entscheidend verschlechtert, sodass, laut den Autoren, ein Einfluss auf die Populationsdichte gegeben ist. Die höheren C-Gehalte konnten durch die Erhöhung des Humusgehaltes des Bodens laut **Abb. 3321-2** im Jahr 1999 belegt werden, da der Humusgehalt lediglich einen errechneten Wert aus dem ermittelten Kohlenstoffgehalt des Bodens darstellt. Sodass hier ein Grund für die geringe Absenkung der Reblausdichte vorliegen könnte. Damit besteht nur eine indirekte Beziehung zu den Reblausabundanz und einem möglichen auslösenden Faktor für die Rückgangerscheinungen. Weiterhin ist anzumerken, dass, laut REISENZEIN ET AL. (2007), die Reblauspopulationsdichte auch in Verbindung mit dem K/Mg-Verhältnis im Boden und der möglichen blockierenden Aufnahme des Kaliums durch einen Magnesiumüberschuss steht. Dieser Effekt konnte anhand der Abbildungen **3321-5, 6,-7** angedeutet werden und innerhalb der Diskussion in dem Kapitel 4.3.1.12.4 4 zu den Kalium-Blattversorgungsstufen deutlich aufgezeigt werden (**Abb. 3321-15**). Der Einfluss auf eine verbesserte Kaliumaufnahme durch die Humusgabe (Sägemehl) konnte auf dieser Versuchsvariante 'Organisch' im Jahr 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 nachgewiesen werden, sodass damit ein weiterer Faktor für die Reduzierung der Reblausbefallsdichte auf dieser Variante vorliegt. Die komplexen Wirkzusammenhänge, besonders die Bodeneigenschaft die auch von REISENZEIN ET AL. (2007) herausgearbeitet wurde, können somit hier für die Applikation von organischem Material nachgewiesen werden. Damit einher geht eine immense Wuchsverbesserung, die auf den Varianten 'NPK', 'KSS' und besonders auf der Variante 'Organisch' festgestellt werden konnte, indem in der **Abb. 3323-2** die Veränderungen vom Jahr 1997 gegenüber dem Jahr 1999 in einer Transformation der Wuchsboniturwerte dargestellt sind. Damit kann keine Korrelation zwischen der Reblausbefallshäufigkeit und der Reblausbefallsintensität hinsichtlich der monatlichen Werte (**Abb. 3324-4, 3324-5**) als auch in Bezug auf die Gesamtjahreswerte (**Abb. 3324-6**)

hergestellt werden. Damit kann die Arbeitshypothese a. nicht widerlegt werden. Dies beruht auf dem Zusammenhang, dass durch eine eventuell höhere Reblausbesiedlungsrate und über eine erhöhte Saugtätigkeit der Reblaus auf die stärkere Ausbildung von Rückgangerscheinungen, in Bezug auf den Wuchs, ausgegangen werden kann. Trotz höherer Befallsintensität bei der Variante 'NPK' und 'KSS' gegenüber der Variante 'Organisch', konnten keine Wuchsunterschiede auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 festgesellt werden (siehe auch Kapitel 4.3.2.2 Diskussion). In diesem Zusammenhang konnten auf den drei Varianten 'NPK', 'KSS' und 'Organisch' keine Rückgangerscheinungen festgestellt werden (**Abb. 3323-1**), wohingegen im Jahr 1999 auf der Variante 'Kontrolle' starke Rückgangerscheinungen laut **Abb. 3323-1b** ermittelt werden konnten. Damit besteht kein Zusammenhang zwischen der Reblausdichte und den Rückgangerscheinungen, weil die Reblausbefallsintensität auf den Versuchsvarianten 'Kontrolle', 'NPK' und 'KSS' im Jahr 1999 statistisch nicht unterscheidbar war und gleichartige Werte aufzeigte. Damit wird die Arbeitshypothese a. in diesem Versuchsjahr klar belegt und gleichzeitig wird wiederum der stärkere Einfluss der Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Ausprägung der Rückgangerscheinungen verdeutlicht, womit die Arbeitshypothese b. ebenfalls belegt wird.

4.3.2.6 Synthese zum Reblausbefall auf den Versuchsflächen

Viele der beeinflussenden Faktoren, die zu den teilweise geringfügigen Veränderungen der Reblauspopulation, vor allem in der Variante 'Organisch' führten, konnten anhand von einigen Einflussfaktoren (Humus, Pilzzönosen, Nährstoffversorgung, Wassergehalt des Bodens) erklärt werden. Ebenso konnten Rückgangerscheinungen in ihrer Ausprägung durch die gleichen Erklärungsansätze plausibel gemacht werden. Doch wird auch besonders durch FORNECK ET AL. (2016) aufgezeigt, dass sehr komplexe Wirkzusammenhänge zwischen dem Wirt Rebe und der Reblaus vorliegen, die vor allem durch das Bodenökosystem stark beeinflusst werden. Die Einflussgrößen des Bodenökosystems wurden in vielfacher Weise durch einige Parameter analysiert und belegt, sodass eine Verifizierung der Arbeitshypothesen erfolgen konnte, weil die Wuchsunterschiede (Rückgangerscheinungen) klar vom Einfluss der Reblausbefallsdichte abgetrennt werden konnten. Damit war es möglich, durch die Analyse des Reblausbefalls (Befallshäufigkeit, Befallsintensität) auf den vier Versuchsvarianten in allen beiden Versuchsjahren (1998 und 1999) auf beiden Versuchsflächen die Arbeitshypothese a. zu bestätigen. Für die nicht erläuterten Versuchsflächen, die nur im Anhang dargestellt sind (9.3.3.3.4, 9.3.3.4.4, 9.3.3.5.4), kann in gleicher Weise auf allen Flächen die Arbeitshypothese a.

bestätigt werden. Das ist ein sehr starkes Indiz dafür, dass die Arbeitshypothese a. zur Anwendung kommen kann. In diesem Zusammenhang wird deutlich, dass das Wuchsbonitursystem die Rückgangerscheinungen auf der Basis des 5-stufigen Systems ermitteln kann und im Sinne eines Eichsystems für die Fernerkundung somit eine großflächige Untersuchung des Reblausbefalls möglich ist (VANEGAS ET AL. (2018A, B). Damit ist eine erste wichtige Grundlage für die Nutzung des Bonitursystem zur Unterstützung der Fernerkundung aufgezeigt worden, sodass das System für weitere wuchsassoziierte Untersuchungen eingesetzt werden kann, damit die Fernerkundung somit ein Bezugssystem erhält und die Interpretation der Daten auf einem festen Fundament stehen.

5 Zusammenfassung

Validierung* des vegetativen und generativen Wuchszustands von Reben in variierenden Bewirtschaftungs- und Stressbelastungssystemen

Grundlage der Arbeit stellten zwei Arbeitshypothesen dar, die es zu überprüfen galt. Die beiden Arbeitshypothesen wurden aufgrund einer Beobachtung eines Phänomens im Freiland formuliert, da bei scheinbar unterschiedlich starkem Reblausbesatzes im Boden kein direkter Zusammenhang zu einer schädigenden Wirkung dieses Stressphänomens (Reblausbefall) hergestellt werden konnte. Im Gegenteil traten die schädigenden Wirkungen des Reblausbefalls in Form von Rückgangerscheinungen eher in Rebflächen auf die einer mangelhaften Bewirtschaftung oder Bestandsführung unterlagen. Zur Klärung dieses Phänomens wurden daher die beiden folgenden Hypothesen aufgestellt, die es zu überprüfen galt:

- a. Die in mit Unterlagsrebsorten der Kreuzung V. berlandieri x V. riparia zu beobachtenden Rückgangerscheinungen in Rebanlagen mit Reblausvorkommen werden nicht allein durch die Saugtätigkeit der Reblaus an den Rebwurzeln verursacht; eine direkte Korrelation zwischen Reblausdichte und Ausmaß der Rückgangerscheinungen an infizierten Reben besteht nicht.

(Keine Korrelation zwischen Reblausdichte und Rückgangerscheinungen)

- b. Das Ausmaß möglicher Rückgangerscheinungen ist abhängig von der Bewirtschaftung des Rebbestands, wobei der Bodenbewirtschaftung eine maßgebliche Rolle zukommt.

(Einfluss der Bewirtschaftung auf die Rückgangerscheinungen)

Um diese Hypothesen zu überprüfen wurde ableitend von den Zielen der Arbeit ein Reblausbonitursystem zur Erfassung der Reblausabundanz im Freiland im Boden erarbeitet. Die besonderen Schwierigkeiten bei der Erfassung des Reblausbefalls im Boden aufgrund des stark variierenden Wurzelsystems der Rebe und dem ebenfalls stark schwankenden Reblausbefalls an den Wurzeln der Rebe wurde mit dem Reblausbonitursystem (Grabungen) Rechnung getragen, sodass ein valides System zur Beurteilung des Reblausbefalls auch im jahreszeitlichen Verlaufs erstellt werden konnte. Damit wurde ein Reblausbonitursystem geschaffen, das auch in praktischer Anwendung durchführbar ist und somit mit seiner höheren möglichen Replikationsrate bei der Probenentnahme dem stark variierenden Charakter des Reblausbefalls im Boden Rechnung trägt.

Um eben Rückgangerscheinungen in einem Weinberg nachhaltig dokumentieren und analysieren zu können, und eine solide Basis für die Beurteilung der Ursachen dieser Rückgangerscheinungen zu schaffen, wurde ein Wuchsbonitursystem erarbeitet und evaluiert. Dieses System beurteilt alle Reben einer Rebfläche innerhalb eines einfachen für den Menschen kognitiv sehr gut verarbeitenden Bewertungssystem zum Wuchs der Reben. Damit ist eine Erfassung einer sehr großen Datenmenge zur Beurteilung des Wachses auf einem Rebfeld möglich. Die Korrelation des mit dem System ermittelten Wachses zu vielen Leistungsparametern der Rebe und den Gegebenheiten auf den Versuchsflächen zeigt die hohe Validität des Wuchsbonitursystems auf. Auch konnten Wuchsunterschiede in sehr differierenden Versuchsfeldern mit dieser Methode deutlich belegt werden. Damit wurde deutlich, dass mit dieser Wuchsboniturmethode die Rückgangerscheinungen in einer Rebfläche erkannt und analysiert werden konnten, sodass die Arbeitshypothesen überprüft werden konnten. Mit den beiden Instrumenten der Wuchs- und Reblausbonitur konnten unter Beleuchtung von vielen Einflußfaktoren (Bewirtschaftungsmaßnahmen (Kap. 2.5 u. 9.2.5.1), Düngung usw.) auf das Stresslevel der Rebe die beiden Arbeitshypothesen dahingehend belegt werden, dass unter Verwendung der Unterlagensorten der Kreuzungskombination *V. berlandieri* x *V. riparia* kein Zusammenhang zwischen der Reblausdichte im Boden und Rückgangerscheinungen der Rebe vorliegen. Darüber hinaus konnte belegt werden, dass in Erweiterung dieser Erkenntnis das Ausmaß der Rückgangerscheinungen bei Reben maßgeblich von der Art der Bewirtschaftung abhängt und somit deutlich abzutrennen ist vom Einfluss des Reblausbefalls. Vor allem konnte durch die vorliegende Arbeit unter Einbeziehung des Wuchsbonitursystems eine Methode erarbeitet werden, die in Zukunft bei der Beurteilung von Fernerkundungsdaten ein nützliches Instrument darstellt, um die wirklichen Gegebenheiten

hinsichtlich des Wuchses der Reben auf Weinbergsflächen mit den berechneten Werten zu Wuchsindizes zu korrelieren.

6 Literatur

- ADAMS, M.J. (1991): Transmission of plant viruses by fungi.- *Ann. Appl. Biol.* 118: 479-492.
- AERNY, J., RYSER, J.P. & F. MURISIER (1999): Effects of the potassium fertilization on the acidity of musts and wines of Chasselas.- *Proceedings 9th International Oenological Symposium, 24th-26th May 1990, Cascais, Portugal* (in: Lemperle, E., Figlestahler, E. (Eds.): 92-104.
- AICHNER, M. & O. ANDREAUS (1998): Bodeneigenschaften und Nährstoffgehalte im Südtiroler Weinbau.- *Obstbau - Weinbau. Fachblatt des Südtiroler Beratungsrings* 35 (10): 312-315.
- AICHNER, M., DRAHORAD, W., LARDSCHNEIDER, E., MANTINGER, H., MATTEAZZI, A., MENKE, F., RAIFER, B., RASS, W., STIMPFL, E., THALHEIMER, M & M. ZÖSCHG (2004): Boden und Pflanzenernährung im Obstbau, Weinbau und Bioanbau.- Herausgeber Land- und Forstwirtschaftliche Versuchsstation Laimburg u. Südtiroler beratungsring für Obst- und Weinbau.
- ALABOUVETTE, C., COUTEAUDIER, Y. & J. LOUVET (1985): Soils suppressive to *Fusarium* wilt: mechanisms and management of suppressiveness.- In: PARKER, C.A., ROVIRA, A.D., MOORE, K.J., WONG, P.T.W. & J.F. KOLLMORGEN (Eds.): *Ecology and management of soilborne plant pathogens.*- American Phytopathological Society, St. Paul: 101-106.
- ALLEWELDT, G & E. ILTER (1969): Untersuchungen über die Beziehung zwischen Blütenbildung und Triebwachstum bei Reben.- *Vitis* 8: 286-313.
- ALLEWELDT, G. & A. ISTAR (1969): Concerning apical dominance in vines.- *Vitis* 8:94-104.
- ALLEWELDT, G. & W. HOFACKER (1975): Einfluss von Umweltfaktoren auf Austrieb, Blüte, Fruchtbarkeit und Triebwachstum bei der Rebe.- *Vitis* 14: 103-115.
- AMBERGER, A. (1996): *Pflanzenernährung* 4. Auflage.- Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- AMIR-BESHELI, B., KHAMBAY, B., CAMERON, S., DEADMAN, M.L. & T.M. BUTT (2000): Inter- and intra-specific variation in destruxin production by insect pathogenic *Metarhizium* spp., and its significance to pathogenesis.- *Mycological Research* 104: 447-452.
- ANDERS, F. (1955): Zur biologischen Charakterisierung der galleninduzierenden Substanz aus dem Speicheldrüsensekret der Reblaus.- *Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft* 6: 421-428.
- ANDERS, F. (1957a): Über die gallenerregenden Agenzien der Reblaus (*Viteus [Phylloxera] vitifolii* Shimer.- *Vitis* 1: 121-124.
- ANDERS, F. (1957b): Untersuchungen über die Bildung der Reblaus-Blattgalle.- *Experientia* 13(1): 29.
- ANONYM (1998): Kellerbuch 1998 des Fachgebietes Rebenzüchtung der Forschungsanstalt Geisenheim.
- ANONYM (2006): Erläuterungen zur Ernte- und Betriebsberichterstattung Reben und Weinmost.- Statistik Referat Land- und Forstwirtschaft, Postfach 1255, 07502 Gera.
- AGUÍN-CASAL, O., SÁINZ-OSÉS, M. & J.P. MANSILLA-VÁZQUEZ (2004): *Armillaria* species infesting vineyards in northwestern Spain.- *European Journal of Plant Pathology* 110: 683-687.

- ASMUS, F. (1992): Einfluss organischer Dünger auf Ertrag, Humusgehalt des Bodens und Humusreproduktion.- Berichte über Landwirtschaft SH 206: 125-139.
- BABO, A. & E. MACH (1881): Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirtschaft. Berlin: Paul Parey.
- BAEDER G. & W. KIEFER (1980a): Influence of pruning on quantity and quality of the yield of the grapevine cvs. Riesling and Sylvaner.- Deutsche Weinbau 35: 979-987.
- BAEDER G. & W. KIEFER (1980b): Results of studies on quantity and quality of yields of the Blauer Späetburgunder, Trollinger, Rulaender and Kerner grapevines.- Rebe und Wein 33: 458-462.
- BALBIANI, E.G. (1874a): Sur le Phylloxéra ailé et sa progéniture.- Comptes rendus Hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 79: 562-568.
- BALBIANI, E.G. (1874b): Sur l'existence d'une génération sexuée hypogée chez le *Phylloxera vastatrix*.- Comptes rendus Hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 79: 991-993.
- BALBIANI, E.G. (1874c): Observations sur la reproduction du Phylloxera de la vigne.- Comptes rendus Hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 79: 1371-1384.
- BALBIANI, E.G. (1875): Les Phylloxeras sexués et l'oeuf d'hiver.- Comptes rendus Hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 81: 581-588.
- BALBIANI, E.G. (1881): Observations sur le phylloxera et sur les parasites de la vigne.- Acad. Sci. Fr. 1: 1-48.
- BALBIANI, E.G. (1884): Le phylloxéra du chêne et le phylloxéra de la vigne.- Gauthier-Villars, Paris.
- BALDAUF, S.L. (2003): The deep roots of Eukaryotes.- Science 300: 1703-1706.
- BALO, E., PRILESZKY, G., HAPP, I., KOEHALMI, M. & L. VARGA (1988): Die Rolle der Blattanalyse bei der Optimierung der Nährstoffversorgung der Rebe.- Mitteilungen Klosterneuburg 38: 164-169.
- BARBER, S.A., WALKER, J.M. & E.H. VASEY (1963): Mechanism for the movement of plant nutrients from the soil and fertilizer to the plant root.- Journal of Agricultural and Food Chemistry 11(3): 204 - 207.
- BARR, D.J.S. (1987): Zoosporic plant parasites as fungal vectors of viruses: taxonomy and life cycles of species involved.- In: COOPER, J.I. & M.J.C. ASHER (Eds.): Developments in Applied Biology II. Viruses with fungal vectors.- Association of Applied Biologists, Wellesbourne, Warwick: 123-137.
- BASSERMANN-JORDAN, F. (1911): Über Weinbau, speziell die Reblausgefahr und die Amerikanerreben.- Meininger, Neustadt.
- BASSERMANN-JORDAN (1923): Geschichte des Weinbaus.- Frankfurter Verlags-Anstalt A.G., Frankfurt.
- BAUER, K. (2002): Weinbau.- Verlag Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf Austria.
- BAUER, K., FOX, R. & B. ZIEGLER (2004): Moderne Bodenpflege im Weinbau.- Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- BAUER, K., REGNER F. & B. FRIEDRICH (2017): Weinbau.- Verlag Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf Austria.

- BEAUFILS, E.R. (1973) Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS).- Soil Science, Bull. No. 1, University Natal
- BAUMANN, A. & H. HOFMANN (2003): Ertragsberechnung und Regulierungsmaßnahmen.- Rebe und Wein 56 (7): 18.
- BAVOUGIAN, C. M. & P. E. READ (2018): Mulch and groundcover effects on soil temperature and moisture, surface reflectance, grapevine water potential, and vineyard weed management.- PeerJ 6: 238-242.
- BECKER, H. (1952): Beiträge zur Physiologie der Reblaus.- Dissertation Universität Mainz.
- BECKER, N. (1991): Menge und Güte des Rebenertrags.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 42: 133-142.
- BECKER A. (2008): Erster Laubschnittzeitpunkt: Das ist der Gipfel.- Das Deutsche Weinmagazin 12: 16-21.
- BECKWITH, A.M. (1924): The life history of the grape rootrot fungus *Roesleria hypogaea* Thüm. et Pass.- J. Agricultural Research 27: 609-618.
- BEHDAD, E. (1975): Verbreitung von *Rosellinia necatrix* (Hartig) Berlese als Wurzelfäuleerreger im Iran und Möglichkeiten der Schadensverhütung.- Dissertation Universität Hohenheim.
- BEI, R. DE; FUENTES, S., GILLIHAM, M., TYERMAN, S., EDWARDS, E., BIANCHINI, N., SMITH, J. & C. COLLINS, (2017): VitiCanopy: a free computer app to estimate canopy Vigor and Porosity for grapevine.- Sensors 16(Art. 585): 17pp.
- BERAN, N. & W. KLEIN (1985): Wechselwirkungen zwischen Photosynthese, Blatttemperatur, Lichtintensität und Wasserdampfsättigungsdefizit der Atmosphäre bei *Vitis vinifera* GL.- Wein-Wissenschaft, Wiesbaden 38: 379-394.
- BERGER, N. & J. ANDERT (2003): Bodenbewohnender Schadpilz: Schäden durch „*Roesleria hypogaea*“.- Der Winzer 12(3): 17-19.
- BERGMANN, W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen.- Spektrum Akademischer Verlag; Auflage 3: 835pp.
- BERTHOLD, G. (1991): Untersuchungen zur N-Dynamik weinbaulich genutzter Flächen unter besonderer Berücksichtigung der Bewirtschaftungsform.- Dissertation Justus-Liebig Universität Gießen.
- BETTNER, W. & L. BETTNER (1977): Systemwachstum und Produktwachstum im Verlauf der Entwicklung des einjährigen Triebes der Rebe (*Vitis vinifera*).- Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 140: 451-462.
- BETTNER, W. (1978): Der Wasserhaushalt der Rebe.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 30: 105-113.
- BETTNER, W. & L. BETTNER (1979): Der Einfluss der vegetativen Entwicklung von einjährigen Rebtrieben auf ihre generative Leistungsfähigkeit sowie auf die Gehalte an Inhaltsstoffen in den Organen dieser Triebe.- Wein-Wissenschaft 34: 221-238.
- BETTNER, W., MUELLER, U. & B. SCHALL (1986): Untersuchungen zum Wachstumsrhythmus und zum Gehalt an Nährstoffen im einjährigen Rebtrieb bei den Sorten Optima und Kerner.- Wein-Wissenschaft 41: 147-169.

- BETTNER, W. & L. BETTNER (1995): Untersuchungen zum Entwicklungsrhythmus von grünen Rebtrieben unterschiedlicher Wüchsigkeit bei *Vitis vinifera* L. cv. Riesling.- Wein-Wissenschaft 50: 99-107.
- BHANGOO, M.S., DAY K.S., SUDANAGUNTA V.R., & V.E. PETRUCCI (1988): Application of poultry manure influences Thompson Seedless grape production of soil properties.- Horticulture Science 23: 1010-1012.
- BINDER, G. (1998): Säuremanagement 1998.- Das Deutsche Weinmagazin 20:16-19.
- BIN, J. (1983): Utilization of green manure for raising soil fertility in China.- Soil Science 135(1): 65-69.
- BLAICH, R. (2000): Der Weinbau in Mitteleuropa: Die Familie der Rebengewächse (Vitaceae = Ampelidaceae). Allgemeine Beschreibung der Familie.- Internetvorlesungsskript Uni Hohenheim: <https://projekte.unihohenheim.de/lehre370/weinbau/biologie/vitaceae.htm>.
- BLANCHFIELD, A. L., ROBINSON, S. A., RENZULLO, L. J. & K.S. POWELL (2006A): Phylloxera-infested grapevines have reduced chlorophyll and increased photoprotective pigment content - can leaf pigment composition aid pest detection?.- Functional Plant Biology 33 (5): 507-514.
- BLANCHFIELD, A. L., ROBINSON, S. A., RENZULLO, L. J. & K.S. POWELL (2006B): Identification of phylloxera from high resolution infrared aerial imagery: A comparative study between airborne imagery types.- Functional Plant Biology 33(5): 507-514.
- BLANKENHORN, A. & J. MORITZ (1875): Die Wurzellaus des Weinstocks, *Phylloxera vastatrix*.- Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.
- BMLFUW (2003): Richtlinien für die Sachgerechte Düngung im Weinbau.- Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Geschäftsstelle: Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES), Wien.
- BÖLL, K. P., JÖRGER, V., STRENG, P.; GUTHIER, O., ZEUS, J., FRIEDEN, K. H., SCHREIBER, R. & E. SCHULZE, (1999): Herbst '99: Ein fruchtbarer Qualitätsjahrgang.- Das Deutsche Weinmagazin 24: 18-21 u. 24-33.
- BÖRNER, C. (1907): Systematik und Biologie der Chermiden.- Zoologischer Anzeiger 32: 413-428.
- BÖRNER, C. (1908): 3. Über Chermesiden. III. Zur Theorie der Biologie der Chermiden.- Zoologischer Anzeiger 33: 647-663.
- BÖRNER, C. (1909a): Untersuchungen über Phylloxeriden.- Bericht über die Tätigkeit der kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 5: 27-31.
- BÖRNER, C. (1909b): Untersuchungen über die Phylloxerinen (Reblaus und verwandte Formen).- Bericht über die Tätigkeit der kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 8: 60-72.
- BÖRNER, C. (1911): Untersuchungen über die Phylloxeriden.- Mitteilungen der kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 11: 38-45.

- BÖRNER, C. (1914): Experimenteller Nachweis einer biologischen Rassendifferenz zwischen Rebläusen aus Lothringen und Südfrankreich. *Peritymbia (Phylloxera) vitifoliae pervastatrix*.- Zeitschrift für angewandte Entomologie 1: 59-69.
- BÖRNER, C. (1921): Über die Umwandlung von Wurzelrebläusen zu Blattrebläusen.- Bericht über die Tätigkeit der kaiserl. Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 21: 163-167.
- BÖRNER, C. (1922): Gibt es eine oder zwei Reblausarten amerikanischer Herkunft?- Sonderdruck aus Weinbau und Kellerwirtschaft 24: 1-5.
- BÖRNER, C. (1930): Reblaus, *Phylloxera (Viteus* bzw. *Dactylosphaera) vitifoliae* Fitch.- In: MÜLLER, K. (Ed.): Weinbau-Lexikon.- Parey, Berlin: 648-665.
- BÖRNER, C. (1939): Parasitäre Spezialisierung und pflanzliche Immunität nach Untersuchungen an der Reblaus.- Verh. VII. Int. Kongr. für Entomologen: 2279-2290.
- BÖRNER, C. (1943): Dreißig Jahre deutsche Rebenzüchtung.- Bremer Beiträge zur Naturwissenschaft 7(3): 1-52.
- BONILLA, I., MARTINEZ DE TODA, F. & J. A. MARTINEZ-CASASNOVAS (2016): Unexpected relationships between vine vigor and grape composition in warm climate conditions.- Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin 49 (2): 127-136.
- BORGOGNO-MONDINO, E., NOVELLO, V., LESSIO, A., TARRICONE, L., PALMA, L., DE BAVOUGIAN, C. M. & P. E. READ (2018): Intra-vineyard variability description through satellite-derived spectral indices as related to soil and vine water status.- Acta Horticulturae 1197: 59-67.
- BOSCH, M. & A. AMBERGER (1974): Einfluß langjähriger Düngung mit verschiedenen N-Formen auf pH-Wert, Humusfraktionen, biologische Aktivität und Stickstoffdynamik einer Ackerbraunerde.- Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 146: 714-724.
- BOVEY, R., GÄRTEL, W., HEWITT, W.B., MARTELLI, G.P. & A. VUITTENEZ (1980): Virus and virus-like diseases of grapevines.- Payot, Lausanne.
- BOURQUIN, H.D. (1994): Vorsicht Reblaus!.- Der Deutsche Weinbau 18: 34-35.
- BRAMLEY, R.G.V. (2001): Progress in the development of precision viticulture - Variation in yield, quality and soil properties in contrasting Australian vineyards. In: Currie, L.D. and Loganathan, P (Eds). Precision tools for improving land management. Occasional report No. 14. Fertilizer and Lime Research Centre, Massey University, Palmerston North: 25-43.
- BRAMLEY, R.G.V. & R.P. HAMILTON (2003): Understanding variability in winegrape production systems. 1. Within vineyard variation in yield over several vintages. Australian Journal of Grape and Wine Research 10: 32-45.
- BRAMLEY, R.G.V. & D.W. LAMB (2003): Making sense of vineyard variability in Australia. In: Ortega, R. and Esser, A. (Eds) Precision Viticulture. Proceedings of an international symposium held as part of the IX Congreso Latinoamericano de Viticultura y Enología, Chile. Centro de Agricultura de Precisión, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. pp. 35-54.

- BRAMLEY, R.G.V. (2005): Understanding variability in winegrape production systems. 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11 33-42.
- BRAMLEY, R. G. V., LE MOIGNE, M., EVAÏN, S., OUZMAN, J., FLORIN, L., FADAILI, E. M., HINZE, C. J. & Z. G. CEROVIC, (2011): On-the-go sensing of grape berry anthocyanins during commercial harvest: development and prospects.- *Australian Journal of Grape and Wine Research* 17(3): 316-326.
- BREIDER, H. (1939): Morphologisch-anatomische Merkmale der Rebenblätter als Resistenzeigenschaften gegen die Reblaus, *Phylloxera vastatrix* Planch.- *Der Züchter* 11(8) Sonderdruck: 229-244.
- BREIDER, H. (1952): Beiträge zur Morphologie und Biologie der Reblaus *Dactylosphaera vitifolii* Shim.- *Z. ang. Ent.* 33(4): 517-543.
- BREIDER, H. & B. HUSFELD (1938): Die Schädigung der Rebe durch die radicole Form der Reblaus (*Phylloxera vastatrix*).- *Die Gartenbauwissenschaft* 12: 41-69.
- BRENDEL, G. (1983): Ursachen von Rückgangs- und Absterbeerscheinungen im Weinberg - die pilzlichen und physiologischen Störungen.- *Der Deutsche Weinbau* 32: 1736.
- BRENDEL, G. & B. HANFF (1984): Wurzelschimmelpilze, mögliche Mitverursacher von Absterbeerscheinungen im Weinbau.- *Die Weinwissenschaft* 39 (6): 407-418.
- BRUCE, R. J., LAMB, D. W., MACKIE, A. M., KOROSI, G. A. & K.S.POWELL (2009): Using objective biophysical measurements as the basis of targeted surveillance for detection of grapevine phylloxera *Daktulosphaera vitifoliae* Fitch: Preliminary findings *Acta Horticulturae* 816:71-79.
- BUCHANAN, G. (1978): A century of grape phylloxera.- Department of Agriculture Victoria, Agdex 241/622, Melbourne.
- BUJAC, T. & A. Juravel (1991): Effects of mineral and organic fertilizing on the mineral content of soil and wine.- *Revista Pomicultura, Viticultura si Vinificatia in Moldova* 7-8: 47-50.
- BULLUCK, L.R., BROSIUS, M., EVANYLO G. K. & J.B. RISTAINO (2002): Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms.- *Applied Soil Ecology* 19(2): 147.
- BUMBIERIS, M. (1972): Observations on some pythiaceous fungi associated with grapevine decline in South Australia.- *Aust. J. agric. Res.* 23: 651-657.
- BUTTROSE, M.S. (1966): The effect of reducing leaf area in the growth of roots, stem and berries of Gordo grapevines.- *Vitis* 5: 455 - 464.
- BUTTROSE, M.S. & M.G. MULLINS (1968): Proportional reduction in shoot growth of grapevines with root system maintained at constant relative volumes by repeated pruning.- *Australian Journal of Biological Sciences* 21: 1095-1101.
- BUTTROSE, M.S. (1969): Fruitfulness in grapevines: Effects of light and temperature.- *Bot. Gaz.* 130: 166-173.
- CABALLERO, P., MIGUEL, M.D.DE & B. CASES (1995): Functional relationship between fertilization and production in grapevine.- *Bulletin de l'O.I.V.* 68: 560-579.

- CANDOLFI-VASCONCELOS, M.C. & W. KOBLET (1991): Influence of partial defoliation on gas exchange parameters and chlorophyll content of field-grown grapevines - Mechanisms and limitations of the compensation capacity.- *Vitis* 30: 129-141.
- CARBONNEAU, A. (2006): General relationship within the whole-plant: Examples of the influence of vigour status, crop load and canopy exposure on the sink 'berry maturation' for the grapevine.- *Acta Horticulturae* 427: 99-118.
- CELAR, F. (2003): Competition for ammonium and nitrate forms of nitrogen between some phytopathogenic and antagonistic soil fungi.- *Biological Control* 28(1): 19-24.
- CHANDLER, D. (1997): Selection of an isolate of the insect pathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* virulent to the lettuce root aphid, *Pemphigus bursarius*.- *Biocontrol Science and Technology* 7(1): 95-104.
- CHEN, S.V., DICKSON, D.W. & D.J. MITCHELL (1995): Effects of soil treatments on the survival of soil microorganisms.- *Journal of Nematology* 27: 661-663.
- CHIARAPPA, L. (1959): The root rot complex of *Vitis vinifera* in California.- *Phytopathology* 49: 670-674.
- CHIARAPPA, L. & I.W. BUDDENHAGEN (1994): False erosion of horizontal resistance to phylloxera in California vineyards. Considerations and outlook.- *Phytopath. Medit.* 33: 1-9.
- CIFRE, J., BOTA, J., ESCALONA, J.M., MEDRANO, H. & J. FLEXAS (2005): Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.) An open gate to improve water-use efficiency?.- *Agriculture, Ecosystems and Environment* 106: 159-170.
- CLEVER, U. (1959): Beitrag zu einer Entwicklungsphysiologie des Reblausgenerationswechsels.- *Vitis* 2: 8-22.
- CLINGELEFFER, P.R. (1989): Effect of varying node number per bearer on yield and juice composition of Cabernet Sauvignon grapevines.- *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29: 701-705.
- CONIBERTI, A., FERRARI, V., DISEGNA, E., DELLACASSA, E. & A.N. LAKSO (2018): Under-trellis cover crop and deficit irrigation to regulate water availability and enhance Tannat wine sensory attributes in a humid climate.- *Scientia Horticulturae* 235: 244-252.
- CORNU, M. (1878): Études sur le Phylloxera vastatrix.- Mémoires présentés par divers savants a l'Académie des Sciences de l'Institut National de France. XXVI(1).
- CORRIE, A.M., CROZIER, R.H., VAN HEESWIJCK, R. & A.A. HOFFMANN (2002): Clonal reproduction and population genetic structure of grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*, in Australia.- *Heredity* 88: 1-9.
- CORTELL, J. M., SIVERTSEN, H. K., KENNEDY, J. A. & H. HEYMANN (2008): Influence of vine vigor on Pinot noir fruit composition, wine chemical analysis, and wine sensory attributes.- *American Journal of Enology and Viticulture* 59 (1): 1-10.
- COSTACURTA, A. & A. LAVEZZI (1971): Investigations on some characteristics of fructification in 64 *Vitis vinifera* L. cvs.- *Rivista di Viticoltura e di Enologia, Conegliano* 24: 56-62.
- CROWLEY, T.J. (2000): Causes of climate change over the past 1000 years.- *Science* 289: 270 - 277.

- CURRLE, O., BAUER, B., HOFÄCKER, W., SCHUMANN, F. & W. FRISCH (1983): Biologie der Rebe.- Meiningen Verlag, Neustadt.
- DAVIDSON, W.M. & R.L. NOUGARET (1921): The grape phylloxera in California.- United States Department of Agriculture Bulletin 903, Government Printing Office, Washington.
- DEBENEDICTIS, J.A., GRANETT, J. & S.P. TAORMINO (1996): Differences in host utilization by California strains of grape phylloxera.- Am. J. Enol. Vitic. 47(4): 373-379.
- DEL-MORAL-MARTINEZ, I., ROSELL-POLO, J. R., COMPANY, J., SANZ, R.; ESCOLA, A., MASIP, J.; MARTINEZ-CASASNOVAS, J. A. & J. ARNO (2017): Mapping vineyard leaf area using mobile terrestrial laser scanners: should rows be scanned on-the-go or discontinuously sampled?.- Sensors 16(1, 119): 13pp.
- DIETRICH, A. (2005): Untersuchungen zur Genexpression in Wurzeln der reblausresistenten Unterlagsrebsorte Börner.- Dissertation Universität Mainz.
- DIETRICH, A., EIMERT, K. & M.-B. SCHRÖDER (2005): Molekulargenetische Untersuchungen zur Reblausresistenz der Unterlagsrebe 'Börner'.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 56: 104-108.
- DIETRICH, H.D. & M. GROßMANN (2005): Mikrobiologie des Weines. Handbuch der Getränketechnologie.- 3. neubearbeitete auflage, Ulmer Verlag.
- DLG E.V. (2008): Schonende Bodenbearbeitung Systemlösung für Profis.- Verlag DLG Verlags
- DORAN, J.W. (1992): Einfluß verschiedener Bewirtschaftungs- und Bearbeitungssysteme auf die organische Bodensubstanz und die Bodenfruchtbarkeit.- Berichte über Landwirtschaft SH 206: 155-167.
- DOWNIE, D.A. (1999): Performance of native grape phylloxera on host plants within and among terrestrial islands in Arizona, USA.- Oecologia 121: 527-536.
- DOWNIE, D.A. (2003): Effects of short-term spontaneous mutation accumulation for life history traits in grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae*.- Genetica 119: 237-251.
- DOWNIE, D.A. & J. GRANETT (1998): A life cycle variation in grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch).- Southwestern Entomologist 23(1): 11-16.
- DOWNIE, D.A., GRANETT J. & J.R. FISHER (2000): Distribution and abundance of leaf galling and foliar sexual morphs of grape phylloxera (Hemiptera: Phylloxeridae) and *Vitis* species in the central and eastern United States.- Environmental Entomology 29(5): 979-986.
- DREYFUS, L. (1889): Ueber Phylloxerinen.- J.F. Bergmann, Wiesbaden.
- DUERING H. & G. ALLEWELDT (1980): Effects of plant hormones on phloem transport in grapevines.- Ber. Dt. Bot. Ges. 93: 339-347.
- EDWARDS, J., LEWIS, M., POWELL, K., HACKWORTH, P. & D. LAMB (2004): Identification of phylloxera from high resolution infrared aerial imagery: A comparative study between airborne imagery types.- Australian & New Zealand Grapegrower and Winemaker 488:51-54.
- EDWARDS, J., NORNG, S., POWELL, K. S., J. GRANETT (2007): Relationships between grape phylloxera abundance, fungal interactions and grapevine decline.- Acta Horticulturae 733 151-157.

- EHRlich, M. (1999): Chlorophyllgehalt und Chlorophyllfluoreszenz bei Blättern und Beeren der Sorte Riesling und einer langjährigen Stickstoffdüngung.- Diplomarbeit FH Wiesbaden, Fachbereich Weinbau und Getränketechnologie, Geisenheim.
- EITLe, M. W., CARGNONI, M., ACAR, A., MARTINEZ, S. C., FAILLA, O., KAUL, H. P., GRIESSER, M. & A. FORNECK (2017A): Phylloxeration effects on the sink activity and assimilation rate in phylloxera (*Daktulosphaera vitifoliae** Fitch) infested grapevines (*Vitis** spp.).- *Acta Horticulturae* 1888: 291-297.
- EITLe, M. W., GRIESER, M. DOBREV, F., VANKOVA, R.; FORNECK, A. (2017B): First insights on phytohormones during the compatible grapevine-phyloxera interaction).- *Acta Horticulturae* 1188: 255-263.
- EL-NADY, M.F. (2001): Untersuchungen zum Mechanismus der Reblausresistenz der Unterlagsrebsorte Börner.- Dissertation Universität Mainz.
- ELWALI, A.M.O. & G.J. GASCHO,. (1988): Supplemental Fertilization of Irrigated Corn Guided by Foliar Critical Nutrient Levels and Diagnosis and Recommendation Integrated System Norms.- *Agronomy Journal*. 80 (2): 242-249.
- END, R. (1997): Absterbeerscheinungen oft hausgemacht.- *Der Badische Winzer* 1: 20-22.
- ENGLISH-LOEB, G., VILLANI, M., MARTINSON, T., FORSLINE, A. & N. CONSOLIE (1999): Use of entomophagic nematodes for control of grape phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae): A laboratory evaluation.- *Biol. Cont.* 28 (5): 890-894.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) (1998): Efficacy evaluation of plant protection products. Design and analysis of efficacy evaluation trials (PP 1/152).
- FADER, B., FORNECK, A., WALKER, M.A. & R. BLAICH (2003): *In vitro* studies on grape phylloxera performance on *Vitis* spp.- *Acta Horticulturae* 617: 125-128.
- FADER, B. & M. PORTEN (2004): Öko-Weinbau macht Schule.- *Das Deutsche Weinmagazin* 9/10:72-74.
- FARDOSSI, A. (2002): Bedeutung und Interpretation: Bodenanalysen im Weinbau.- *Der Winzer* 58(4): 10-15.
- FEDEROV, S.M. (1939): On the biology of grape phylloxera [russ.]- *Proc. Lenin Acad. agri. Sci. U.S.S.R.* 7: 24-28.
- FEDEROV, S.M. (1959): The biological basis of phylloxera (*Dactylosphaera vitifolii* Schim., Homoptera, Phylloxeridae) control [russ.]- *Revue d'Entomologie de l'URSS* XXXXVIII (1): 82-97.
- FELTES, J.& M. PORTEN (2011a): Marktübersicht: Vollautomatisch-optische Sortierer.– *Das Deutsche Weinmagazin* 11:26-28.
- FELTES, J.& M. PORTEN (2011b): Vollautomatisch-optische Sortierer.– *Der Deutsche Weinbau* 12:12-15.
- FELTES, J.& M. PORTEN (2011c): Marktübersicht: Vollautomatisch-optische Sortierer.– *Die Winzer-Zeitschrift* 7:38-39.
- FELTES, J.& M. PORTEN (2013a): Erfahrungsbericht optischer Sortieranlagen.– *Der Deutsche Weinbau* 13:16-17.

- FELTES, J. & M. PORTEN (2013b): Erfahrungen mit optischen Sortieranlagen.– Das Deutsche Weinmagazin 15:32-33.
- FELTES, J. & M. PORTEN (2015a): Mensch gegen Maschine: Traubensortierung.– Der Deutsche Weinbau 9:16-19.
- FELTES, J. & M. PORTEN (2015b): Sortieranlage im Betrieb: Welche ist die richtige?.– Der Deutsche Weinbau 7:18-20.
- FELTES, J., LIPPS, M., PORTEN, M. & A. ROSCH (2015): Vollautomatische, optische Traubensortierung: Zusammenfassung der Ergebnisse des umfangreichen Forschungsprojektes.– Das Deutsches Weinbau Jahrbuch 66:141-145.
- FELTES, J. & M. PORTEN (2016): Erfahrungen mit der Traubensortierung.– Der Deutsche Weinbau 9:12-15.
- FERGUSON-KOLMES, L.A. & T.J. DENNEHY (1991): Anything new under the sun? Not phylloxera biotypes.- Wines and Vines 72: 51-56.
- FERGUSON-KOLMES, L.A. & T.J. DENNEHY (1993): Differences in host utilization by populations of North American grape phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae).- Horticultural Entomology 86(5): 1502-1511.
- FICIU, L. & L. DEJEU (2016): Detection of phylloxera infestation in grapevines by NMR method .- Lucrari Stiintifice, Seria Horticultura 55 (2): 551-556.
- FITCH, A. (1854): First report on the noxious, beneficial and other insects of the State of New York made to the State Agricultural Society, pursuant to an approbation for this purpose from the legislature of the State.- Trans. N.Y. State Agric. Soc.: 705-880.
- FORNECK, A., WALKER, M.A. & N. MERKT (1996): Aseptic dual culture of grape (*Vitis* spp.) and grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* FITCH).- Vitis 35(2): 95-98.
- FORNECK, A., JIN, Y., WALKER, M.A. & R. BLAICH (1999): Karyotype studies on grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch).- Vitis 38(3): 123-125.
- FORNECK, A., WALKER, M.A. & R. BLAICH (2000): Genetic structure of an introduced pest, grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch), in Europe.- Genome 43: 669-678.
- FORNECK, A., WALKER, M.A. & R. BLAICH (2001a): An *in vitro* assessment of phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) (Hom., Phylloxeridae) life cycle.- J. Appl. Ent. 125: 1-5.
- FORNECK, A., WALKER, M.A. & R. BLAICH (2001b): Ecological and genetic aspects of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae* (Hemiptera: Phylloxeridae) performance on rootstock hosts.- Bull. Entomol. Res. 91(6): 445-453.
- FORNECK, A. & L. HUBER (2009): Asexual and sexual reproduction in grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) - Entomologia Experimentalis et Applicata 131 (1):1-10.
- FORNECK, A., POWELL, K. S., & M.A. WALKER (2015): Reblaus-Biotypen: Stand der Forschung.- Der Deutsche Weinbau.- Acta Horticulturae 25/26: 18-20.
- FORNECK, A.; LAWO, N. C.; SCHOEDL-HUMMEL, K.; LIEBNER, F.; ZWECKMAYR, T. & M. GRIESSER (2016): Not just sweet: phylloxerated roots indicate complex plant response mechanisms.- Acta Horticulturae 1136: 239-243.
- FOX, R. (1990): Stickstoffdüngung und Bodenpflege.- Der Deutsche Weinbau, 45: 932-935.

- FOX, R. & M. FRISCH (1997): Bodenpflege + N-Düngung - eine Gratwanderung.- Das Deutsche Weinmagazin 12:28-33.
- FOX, R. (2001): Ertragsregulierung - auch 2001 sinnvoll!.- Rebe und Wein 54 (8): 16-18.
- FOX, R. (2004A): Was lehrt uns das Trockenjahr 2003.- Rebe und Wein 57 (1): 18-23.
- FOX, R. (2004B): Weinbau im Spannungsfeld zwischen trockenen und feuchten Jahren.- Rebe und Wein 57(3): 25-29.
- FOX, R. (2008): Schnittholzmenge: Ein wichtiger Indikator.- Das Deutsche Weinmagazin 5:30-34.
- FRIEDRICH, K. & K.-J. SABEL (2004) Die Böden und ihre Verbreitung in den hessischen Weinbaugebieten.- In: LÖHNERTZ, O., HOPPMANN, D., EMDE, K., FRIEDRICH, K., SCHMANKE, M. & T. ZIMMER (Hrsg.): Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete.- Geologische Abhandlungen Hessen, Band 114: 59-69.
- GÄRTEL, W. (1984): Untersuchungen über das zunehmende Auftreten des Pilzes *Roesleria hypogaea* an kümmerwüchsigen Reben.- Jahresbericht der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin und Braunschweig: 35.
- GÄRTEL, W. (1994): Grape root rot.- In: PEARSON, R.C. & A.C. GOHEEN (Eds.): Compendium of grape diseases.- APS Press, Minnesota: 40-41.
- GAO-TAKAI, M., SHINMURA, A., NITO, H. & A. KATAYAMA-IKEGAMI, (2018): Comparison of vegetative growth, fruit quality and plant hormone content of 'Ruby Roman' grapevines grafted on diploid and tetraploid rootstocks.- Acta Horticulturae 1208: 207-213.
- GARCIA-ESTEVEZ, I., QUIJADA-MORIN, N., RIVAS-GONZALO, J. C., MARTINEZ-FERNANDEZ, J., SANCHEZ, N., HERRERO-JIMENEZ, C. M. & M. T. ESCRIBANO-BAILON (2017): Relationship between hyperspectral indices, agronomic parameters and phenolic composition of *Vitis vinifera* cv Tempranillo grapes.- Journal of the Science of Food and Agriculture. 97 (12): 4066-4074.
- GATTI, M., DOSSO, P., MAURINO, M., MERLI, M. C., BERNIZZONI, F., PIREZ, F. J., PLATE, B., BERTUZZI, G. C., & S. PONI (2016): MECS-VINE: a new proximal sensor for segmented mapping of vigor and yield parameters on vineyard rows.- Sensors 16(12, 2009): 21pp.
- GATTI, M., SQUERI, C., GARAVANI, A., VERCESI, A., DOSSO, P., DITI, I. & S. PONI (2018): Effects of variable rate nitrogen application on cv. Barbera performance: vegetative growth and leaf nutritional status - American Journal of Enology and Viticulture.- 69(3): 196-209.
- GAUBATZ, B (2006): Möglichkeiten der Ertragsregulierung.- <http://www.brw-eltville.de/BRW/weinbauwoche/2006/pdf/Ertragsregulierung.pdf>.
- GEISLER, G. (1957): Die Bedeutung des Wurzelsystems für die Züchtung dürreresistenter Rebenunterlagssorten.- Vitis 1: 14-31.
- GEISLER, G. (1959): Das Wurzelsystem bei Reben.- Der Deutsche Weinbau 19: 284-286.
- GEISLER, G. (1960): Untersuchungen zur Selektion dürreresistenter Reben-Sämlinge und Beziehungen zwischen der Dürreresistenz der Unterlage und den Leistungen des Edelreises.- Vitis 2(4): 198-207.
- GERSCH, M. (1953): Über die Ausscheidung von Farbstoffen bei der Reblaus.- Zoologischer Anzeiger 151(9-10): 225-236.
- GISI, U. (1997): Bodenökologie.- Thieme, Stuttgart.

- GIULIVO C., NUZZO V., IANNINI B. & A. LAVEZZI (1988): Effects of soil management on nutritional status and root system of grapevines.- *Rivista di Viticoltura e di Enologia* 41: 335-350.
- GLYNN, C.P. (2004): Evaluation of Physiological Tests as Predictors of Young Tree Establishment and Growth.- *Journal of Arboriculture* 30: 80-91.
- GÖTZ, G. (2006): Beim Biegen der Reben auf Qualität achten.- *Die Winzer-Zeitschrift* 21(2):26-28.
- GRANETT, J., BISABRI-ERSHADI, B. & J. CAREY (1983): Life tables of Phylloxera on resistant and susceptible grape rootstocks.- *Ent. exp. & appl.* 34: 13-19.
- GRANETT, J., TIMPER, P. & L.A. LIDER (1985): Grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) biotypes in California.- *J. Econ. Entomol.* 78(6): 1463-1467.
- GRANETT, J. & P. TIMPER (1987): Demography of grape phylloxera, *Daktulosphaira vitifoliae* (Homoptera: Phylloxeridae), at different temperatures.- *Journal of Economic Entomology* 80(2): 327-329.
- GRANETT, J., OMER, A.D., PESSERAU, P. & M.A. WALKER (1998): Fungal infections of grapevine roots in phylloxera-infested vineyards.- *Vitis* 37: 39-42.
- GRANETT, J., WALKER, M.A., KOCSIS, L. & A.D. OMER (2001): Biology and management of grape phylloxera.- *Annu. Rev. Entomol.* 46: 387-412.
- GRANETT, J. & M. A. WALKER (2009) Nodosity populations on rootstocks are not a current threat to Californian vineyards.- *Acta Horticulturae* 816:23-27.
- GRASSI, B., FOÀ, A., GRANDIORI, R., BONFIGLI, B. & M. TOPI (1912): Contributo alla conoscenza delle Fillosserine ed in particolare della Fillossera della Vite.- *Min. Agr. Ind. Comm., Rom.*
- GRASSI, B. (1915): Der gegenwärtige Stand der Kenntnis über die Biologie der Reblaus.- *Internationale agrartechnische Rundschau* 10: 1357-1382.
- GRASSI, B. & M. TOPI (1924): Versuche über die vermeintlichen verschiedenen Rassen oder Spezies der Reblaus.- *Wein und Rebe* 1: 174-183.
- GRASSO, S. (1984): Infezioni di *Fusarium oxysporum* e di *Cylindrocarpon destructans* associate a una moria di giovani piante di vite in Silicia.- *Informatore Fitopatologico* 34: 59-63.
- GREVEN, M. M., NEAL, S. M., TUSTIN, D. S., BOLDINGH, H., BENNETT, J. & M. C. VASCONCELOS (2016): Effect of postharvest defoliation on carbon and nitrogen resources of high-yielding Sauvignon blanc grapevines.- *American Journal of Enology and Viticulture* 67(3): 315-326.
- GRIESSER, M., LAWO, N. C., CRESPO-MARTINEZ, S., SCHOEDL-HUMMEL, K., WIECZOREK, K., GORECKA, M., LIEBNER, F., ZWECKMAIR, T., PAVESE, N. S., KREIL, D. & A. FORNECK (2015): Phylloxera (**Daktulosphaira vitifoliae** Fitch) alters the carbohydrate metabolism in root galls to allowing the compatible interaction with grapevine (**Vitis* ssp.*) roots.- *Plant Science* 234: 38-49.
- GRUBER, B. (1997): Einfluß langjähriger Stickstoffdüngung auf Chlorophyllgehalt und Chlorophyllfluoreszenzverhalten bei *Vitis vinifera*.- *Diplomarbeit FH Wiesbaden, Fachbereich Weinbau und Getränketechnologie, Geisenheim.*

- GRUBER, B. R. & H. R. SCHULTZ (2007): Botrytis, Begrünung und Bewässerung.- Das Deutsche Weinmagazin 6:20-22.
- GRUNDEN, E., CHEN, W.D. & J.L. CRANE (2001): Fungi colonizing microsclerotia of *Verticillium dahliae* in urban environments.- Fungal Diversity 8: 129-141.
- GUBLER, W.D., BAUMGARTNER, K., BROWNE, G.T., ESKALEN, A., ROONEY LATHAM, S., PETIT, E. & L.A. BAYRAMIAN (2004): Root diseases of grapevines in California and their control.- Australasian Plant Pathology 33: 157-165.
- HAFNER, H., HAFNER, P., MENKE, F., SÖLVA, J., UNICH, M., ZÖSCHG, M., RAIFER, B. & A. OBERHAMMER (1999): Neuanlagen im Weinbau. Sortenwahl; Erstellung; Erziehung; Pflege; Wirtschaftlichkeit.- Südtiroler Beratungsring für Obst- und Weinbau 143 pp..
- HAFNER, P. (2004): Ruten- oder Zapfenschnitt?.- Obstbau - Weinbau. Fachblatt des Südtiroler Beratungsrings 41 (12): 381-383.
- HALLEN, F., SCHROERS, H-J., GROENEWALD, J.Z. & P. CROUS (2004): Novel species of *Cylindrocarpon* (neonectria) and *Campylocarpon* gen. nov. associated with black foot disease of grapevines (*Vitis* spp.).- Studies in Mycology 50: 431-455.
- HALLER, G. (1878): Die kleinen Feinde der Phylloxera. Heidelberg: Carl Winter's Universitätsbuchhandlung.
- HAMBACH, S. & H.T. LOOSEN (1992): Untersuchungen zum Einfluß einer variablen Stickstoffdüngung auf die Photosyntheseleistung von *Vitis vinifera* (cv.Riesling). Diplomarbeit FH Wiesbaden, Fachbereich Weinbau und Getränketechnologie, Geisenheim.
- HAMM, H.-U. (1997): Einfluss von Stickstoffdüngung und Bodenpflege auf die mikrobiologische Aktivität eines Rebstandorts.- Diplomarbeit Fachhochschule Wiesbaden.
- HAMMES, M. (2002): Licht- und Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Wurzelgewebe reblausbefallener Unterlagsreben (*Vitis* sp.).- Diplomarbeit Univ. Mainz.
- HANDELSMAN, J. & E.V. STABB (1996): Biocontrol of soilborne plant pathogens.- The Plant Cell 8: 1855-1869.
- HANFF, B. (1987): Untersuchungen zum Wurzelschimmel (*Rosellinia necatrix* (Hartig) Berlese) an Reben und Obstgehölzen.- Disseration Universität Hannover.
- HANNI, E. (2009): Mechanische Verfahren zur Ausdünnung im Weinbau.- Obstbau - Weinbau. Fachblatt des Südtiroler Beratungsrings 46(2):85-88.
- HEESWIJCK, R. VAN, BONDAR, A., CROSER, L., FRANKS, T., KELLOW, A. & K. POWELL (2003): Molecular and cellular events during the interaction of phylloxera with grapevines roots.- Acta Horticulturae 617: 13-16.
- HELM, K.F. (1983): Phylloxera in Australia.- The Australian Grapegrower & Winemaker 230: 16-20.
- HERBERT, K., HOFFMANN, A., OPHEL-KELLER, K., POWELL, K., PARSONS, Y. & R. HEESWIJCK, VAN (2003): Early detection of phylloxera - present and future directions.- Australian & New Zealand Grapegrower and Winemaker 473a: 93-96.
- HERMANN, G. & J.V. HERMANN (2000): Untersuchungen und Beobachtungen zur Reblaus.- Rebe & Wein 6: 252-256.

- HERMEN, S., PORTEN, M. & E. KOHL (2008): Steillagen-Bewässerung: der richtige Zeitpunkt.– Der Deutsche Weinbau 8:12-15.
- HERMES, C., & M. PORTEN (2019): Stark Schwankend – Bonitur Jahrgangsbedingte Schwankungen erschweren exakte Ertragsschätzungen, dazu tragen unterschiedlichste Faktoren bei.– Der Deutsche Weinbau 25-26:32-35.
- HIGHET, A.S. & N.G. NAIR (1995): *Fusarium oxysporum* associated with grapevine decline in the Hunter Valley, NSW, Australia.- Australian Journal of Grape and Wine Research 1: 48-50.
- HILL, G. K. (2007): Lässt sich ein Aufplatzen der Beeren vermeiden?.- Der Deutsche Weinbau 16/17: 50-53.
- HÖFER, M. (1993): Untersuchungen über *Roesleria hypogaea* Thüm. & Pass. als Erreger des Wurzelschimmels der Weinrebe.- Geisenheimer Berichte 13.
- HÖPER, H. & C. ALABOUVETTE (1996): Importance of physical and chemical soil properties in the suppressiveness of soils to plant diseases.- Eur. J. Soil Biol. 32(1): 41-58.
- HOFMANN, E.L. (1957a): Untersuchungen über unterschiedliche Nodositätenbildung an der Wurzel verschiedener Rebsorten bei Reblausbefall und deren Bedeutung für die Resistenzzüchtung.- Vitis 1: 66-81.
- HOFMANN, E.L. (1957b): Die Histologie der Nodositäten verschiedener Rebsorten bei Reblausbefall.- Vitis 1: 125-141.
- HOFFMANN, C. & W. KIEFER (1971): Ergebnisse eines Versuchs mit sieben verschiedenen Humusdüngern in den Jahren 1957-1968.- Rebe u. Wein 24: 335-337 und 368-370.
- HOFFMANN, C. (2002): Schildläuse im Weinbau und ihre Antagonisten.- Dissertation Universität Karlsruhe.
- HOFFMANN, M. (2005): *In vitro*-Versuche zum Verhalten des *Pantoea agglomerans* verwandten Bakterium (PARB) und *Roesleria hypogaea* Thüm. & Pass. gegenüber verschiedenen Bodenpilzen aus Weinbergsböden.- Diplomarbeit Universität Mainz.
- HOFFMANN, C. & M. PORTEN (2007): Raubmilben regulieren Schadmilben.- Die Winzer-Zeitschrift 4:46-47.
- HOFFMANN, C. (2011): Reblaus-Fachgespräch beim Institut für Pflanzenschutz in Obst- und Weinbau, Siebeldingen.- Journal für Kulturpflanzen des JKI 63: 340-343.
- HOFFMANN, M., RUEHL, E. H., EISENBEIS, G. & L. HUBER (2016): Grape root as habitat: overwintering and population dynamics of grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae** Fitch) in temperate climate viticulture.- Australian Journal of Grape and Wine Research 22 (2): 271-278.
- HOFMANN, M. & H. R. SCHULTZ (2018): Auf dem Trockenen: Klima.- Der Deutsche Weinbau 21: 14-17.
- HOITINK, H.A.J. & M.J. BOEHM (1999): Biocontrol within the context of soil microbial communities: a substrate-dependent phenomenon.- Annu. Rev. Phytopathol. 37: 427-446.
- HOITINK, H. A. J., WANG, P. & C.M. CHANGA (2002): Role of organic matter in plant health and soil quality.– Proceedings of the 11th Australian Wine Industry Technical Conference, Adelaide, South Australia, 7-11 October 2001: 57-60.

- HOLZ, B. (2003): Schwarzfäule der Rebe in Mosel-Saar-Ruwer: Plötzlich und unverhofft.- Das Deutsche Weinmagazin 6:26-29.
- HOOVER, E. E., HEMSTAD, P., LARSON, D., MACKENZIE, J., ZAMBRENO, K. & F. PROPSOM (2004) Rootstock influence on scion vigor, hardiness, yield, and fruit composition of St. Pepin grape.- Acta Horticulturae 640: 201-206.
- HOPPMANN, D. (1994): Weinqualität Spiegelbild der Jahreswitterung?- Das Deutsche Weinmagazin 1: 19-22.
- HOPPMANN D. & H. HUESTER (1988): Weinbergsbegruenung unter Beruecksichtigung des Wasserbedarfs. - Der Deutsche Weinbau 43: 594-597.
- HORNBY, D. (1983): Suppressive soils.- Ann. Rev. Phytopathol. 21: 65-85.
- HUBER, L. (1999): Bodenbiologische Untersuchungen auf unterschiedlich bewirtschafteten Rebflächen mit Reblausbefall (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch - Homoptera: Phylloxeridae) im Rheingau.- Diplomarbeit Universität Mainz.
- HUBER, L., EISENBEIS, G., RÜHL, E.H. & M. PORTEN (2000): Mit Kalkstickstoff gegen die Reblaus?- Das Deutsche Weinmagazin 8: 21-25.
- HUBER, L. & M. PORTEN (2003): Bewertungssystem für Wurzelreblauspopulationen: 1, 2 oder 3 Rebläuse.- Das Deutsche Weinmagazin. 18: 52-54.
- HUBER, L., PORTEN, M., EISENBEIS, G. & E.H. RÜHL (2003A): The influence of organically managed vineyard-soils on the phylloxera-populations and the vigour of grapevines.- Acta Horticulturae 617: 55-59.
- HUBER, L., EISENBEIS, G., HAMMES, M., PORTEN, M., RAINER, J., KIRCHMAIR, M., STRASSER, H. & E.H. RÜHL (2003b): Biologische Kontrolle von Reblauspopulationen - Hilft ein Pilz gegen die Reblaus?- Das Deutsche Weinmagazin 12: 16-18.
- HUBER, L., EISENBEIS, G., HOFFMANN, M., RÜHL, E.H., NEUHAUSER, S. & M. PORTEN (2006a): Wurzelschimmelerreger *Roesleria subterranea* (Weinm.) Redhead: Absterbeerscheinungen und Kümmerwuchs - Gefahr im Verborgenen.- Das Deutsche Weinmagazin 6: 25-31.
- HUBER, L., KIRCHMAIR, M., PORTEN, M. & E.H. RÜHL (2004B): Biologische Reblausbekämpfung - eine Utopie?- Die Winzer-Zeitschrift 2: 32-33.
- HUBER, L., KIRCHMAIR, M. & M. PORTEN (2004C): Biological Control of grape phylloxera using the entomogenous fungus *Metarhizium anisopliae*.- Proc. Intervitis Interfructa, May 12. + 13.2004, Stuttgart, Germany: 12-23.
- HUBER, L., HAMMES, M., EISEBEIS, G., PÖDER, R. & M. KIRCHMAIR (2004C): First record of a plasmodiophorid parasite in grapevine.- Vitis 43(4): 187-189.
- HUBER, L., SCHOLZ, C., EISENBEIS, G., RÜHL, E.H., NEUHAUSER, S. & M. KIRCHMAIR (2006A): Field distribution of *Sorosphaera viticola* in commercial vineyards in Germany.- FEMS Microbiological Letters 260: 63-68.
- HUBER, L., EISENBEIS, G., HOFFMANN, M., NEUHAUSER, S., PORTEN, M. & E.H. RÜHL (2006B): Wurzelschimmel - verborgene Gefahr im Untergrund.- Die Winzer-Zeitschrift 4: 34-35.
- HUBER, L., EISENBEIS, G., HOFFMANN, M., NEUHAUSER, S., PORTEN, M. & E.H. RÜHL (2006C): Die Bekämpfung des Wurzelschimmels.- Die Winzer-Zeitschrift 5: 36-37.

- HUBER, L., EISENBEIS, G., KIRCHMAIR, M., NEUHAUSER, S., PORTEN, M., RÜHL, E.H. & A. FORNECK (2006D): Rebensterben durch Wurzelschimmel.- Der Winzer 5: 22-24.
- HUBER, L. & M. KIRCHMAIR (2007): Evaluation of efficacy of entomopathogenic fungi against small-scale grape-damaging insects in soil - experiences with grape phylloxera.- Acta Horticulturae 733: 167- 171.
- HUBER, L., EISENBEIS, G., RÜHL, E.H., PAGAY, V. & M. KIRCHMAIR (2007A): Distribution and host range of the grape vine plasmodiophorid *Sorosphaera viticola*.- Vitis 46(1): 23-25.
- HUBER, L., E.H. RÜHL. & M. KIRCHMAIR (2007B): Biologische Reblausbekämpfung - Stand der Untersuchungen.- Proc. 50. Rheingauer Weinbauwoche, Sektion Pflanzenschutz: 59-69.
- HUBER, L. (2007): Schaderreger im Wurzelraum von Reben (*Vitis* spp.) – Vorkommen, Wirkung, Interaktion – und Möglichkeiten zu deren Kontrolle durch Maßnahmen des Integrated Pest Management (IPM).- Dissertation Johannes Gutenberg Universität Mainz, Fachbereich Biologie .
- Huber, L.; Hoffmann, M.; Rühl, E. H.; Kirchmair, M. (2009): Disease suppressiveness of vineyard soils infected with grape phylloxera.- Acta Horticulturae 816: 41-51.
- Huber, L. & A. Forneck (2010): Die Biologie der Reblaus: Stand 2010.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 61: 160-168.
- HUEGELSCHÄFFER, P. (1990): Reaktionen von Reben (*Vitis vinifera* L.) cv. Riesling und Müller-Thurgau auf Sommerschnittbehandlungen - Fünfjährige Ergebnisse von drei Feldversuchen im Rheingau mit besonderer Berücksichtigung der Verteilung von Trockenmasse, Stärke, Glucose und Fructose.- Dissertation Universität Gießen.
- HUEGELSCHAEFFER, P., WALLENSTEIN, T., BETTNER, W. & W. KIEFER (1992): Einfluss der Blattzahl und des Einkürztermins auf die Leistung der Rebe.- Der Deutsche Weinbau 47: 684-689.
- HUEGELSCHAEFFER, P., BETTNER, W. & W. KIEFER (1993): Einfluss der Laubbehandlung auf die produzierte generative und vegetative Trockenmasse von Reben, *Vitis vinifera* L.- Wein-Wissenschaft 48: 1-8.
- HUEGELSCHAEFFER, P., WALLENSTEIN, T., BETTNER, W. & W. KIEFER (1994): Auswirkungen von Sommerschnittbehandlungen auf Reben (*Vitis vinifera* L.) cv. Riesling und Müller-Thurgau.- Mitteilungen Klosterneuburg 44: 1-13.
- HUGLIN, P. (1958): Studies on vine buds. Floral initiation and vegetative development.- Annl. Amel. Plantes.
- IACONO, F. & K. J. SOMMER (1999): The measurement of chlorophyll fluorescence as a tool to evaluate the photosynthetic performance of grapevine leaves.- Acta Horticulturae 493: 31-44.
- ILLMER, P. & F. SCHINNER (1999): Zusammenhang zwischen weinbaulichen und bodenbiologischen Parametern im Rahmen eines Versuchs zur Bodenbedeckung im Weinbau.- Die Bodenkultur 50(3): 161-169.
- INGELS, C. A., SCOW, K. M., WHISSON, D. A. & R. E. DRENOVSKY (2005): Effects of cover crops on grapevines, yield, juice composition, soil microbial ecology, and gopher activity.- American Journal of Enology and Viticulture 56(1): 19-29.

- INGLIS, G.D., GOETTEL, M.S., BUTT, T.M. & H. STRASSER (2001): Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests.- In: BUTT, T.M., JACKSON, C.W. & N. MAGAN (Eds.): Fungi as biocontrol agents.- CABI Publishing, Wallingford: 23-69.
- IPPC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2007): Climate Change 2007 - The physical science basis - Summary für policymakers.- IPCC, Genf.
- JÄGER, L. & M. PORTEN (2018a) Biodiversität in Weinbergssteillagen.– Die Winzer-Zeitschrift 3:26-28.
- JÄGER, L. & M. PORTEN (2018b) Biodiversität in Weinbergssteillagen.– Das Deutsche Weinmagazin 5:19-21.
- JOHNSON, L., LOBITZ, B., ARMSTRONG, R., BALDY, R., WEBER, E., DEBENEDICTIS, J. & D. BOSCH (1996): Airborne imaging aids vineyard canopy evaluation.- California Agriculture 50(4): 14-18.
- JUNG, C. (1998): Aktuelle Reblausprobleme im Rheingau.- Geisenheimer Berichte 40: 6-17.
- JUNG, R. (1999): Elektronische Nasen.- Das Deutsche Weinmagazin 19: 18-21.
- JUNG, C (2009): Untersuchungen zur Bewertung eines Steillagenvollerntersystems.- Diplomarbeit FH Geisenheim.
- JUNG, C., PORTEN, M. & D. REGNER (2015): Stufenlos in den Weinberg: Weinbergschlepper und Raupen.- Das Deutsche Weinmagazin 21:25-28.
- KALIEß, D. (2008): Untersuchungen zur Ursache und Behebung der Bodenmüdigkeit in Rebschulen.- Dissertation Freien Universität Berlin Fachbereich Biologie, Chemie, Pharmazie.
- KARAGIANNIDIS, N. & N. NIKOLAOU (1999): Arbuscular mycorrhizal root infection as an important factor of grapevine nutrition status. Multivariate analysis application for evaluation and characterization of the soil and leaf parameters.- Agrochimica 43: 151.
- KATHAN, J.G. & H. PÜSCHEL (2015): Kompostfibel Ortenau Kreis.-https://www.abfallwirtschaftortenaunkreis.de/fileadmin/user_upload/Formulare-Infothek/B5_05_Kompostfibel_ONLINE_sep_2015.pdf.
- KAUER, R. & W. KIEFER (1995): Umweltschonender und oekologischer Weinbau.- KTBL-Schrift 39: 99pp.
- KELLER, M., KOBLET, W., SCHWAGER, H. & H. SCHAERER (1995A): Wie reagieren Nährstoffaufnahme und -verarbeitung der Rebe bei Bewölkung auf den Bodenstickstoff?.- Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 131: 499-502.
- KELLER, M., HESS, B., SCHWAGER, H., SCHAERER, H. & W. KOBLET (1995B): Carbon and nitrogen partitioning in *Vitis vinifera* L.: Responses to nitrogen supply and limiting irradiance.- Vitis 34: 19-26.
- KELLER, M., POOL R.M. & T. HENICK-KLING (1999): Excessive nitrogen supply and shoot trimming can impair colour development in Pinot Noir grapes and wine.- Australian Journal of Grape and Wine Research 5(2): 45-55.
- KELLER, S., KESSLER, P. & C. SCHWEIZER (2003): Distribution of insect pathogenic soil fungi in Switzerland with special reference to *Beauveria brongniartii* and *Metarhizium anisopliae*.- BioControl 48: 307-319.

- KELLER, M., MILLS, L. J., WAMPLE, R. L. & S. E. SPAYD (2005): Cluster thinning effects on three deficit-irrigated *Vitis vinifera* cultivars.- American Journal of Enology and Viticulture 56 (2): 91-103.
- KELLER, M., MILLS, L. J. & J. F. HARBERTSON, (2012): Rootstock effects on deficit-irrigated winegrapes in a dry climate: Vigor, yield formation, and fruit ripening.- American Journal of Enology and Viticulture 63 (1): 29-39.
- KELLOW, A.V., SEDGELY, M., McDONALD, G. & R. VAN HEESWIJCK (2000): Analysis of the interaction of phylloxera with susceptible and resistant grapevines using *in vitro* bioassays, microscopy and molecular biology.- In: POWELL, K.S. & J. WHITING (Eds.): Grapevine phylloxera management.- Department of Natural Resources and Environment, Rutherglen: 21-30.
- KEHRLI, P., LINDER, C., FORNECK, A. & J. FAHRENTTRAPP (2018): Populationsgenetik und Bekämpfung der Reblaus.- Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 154 (9): 4-7.
- KHMELEVSKII, K.K. (1972): Temperature conditions for life processes of vine roots.- Hort. Abstr. 42: 888.
- KIEFER W. & M. WEBER (1972): Der Einfluss unterschiedlicher Triebblängen auf die vegetative und generative Entwicklung bei der Sorte Riesling.- Rebe und Wein 25 : 377-379.
- KIEFER, W. & M. WEBER (1973): Der Einfluss des Anschnitts auf Menge und Güte des Ertrags bei der Sorte Riesling im Rheingau.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 25: 161-171.
- KIEFER, W., WEBER, M. & H.J. EISENBARTH (1976): Einfluss des Anschnitts auf Menge und Güte des Ertrags bei verschiedenen Rebsorten.- Deutsche Weinbau 31: 578-584.
- KIEFER, W. & M. WEBER (1976): Auswirkungen einer unterschiedlichen Stockbelastung auf die Leistung bei der Rebsorte Riesling.- Deutsche Weinbau 31: 944-946.
- KIEFER W & H.J. EISENBARTH. (1976): Der Einfluss des Lesezeitpunktes auf Menge und Güte des Ertrags bei verschiedenen Rebsorten.- Weinwirtschaft 112 : 810-812.
- KIEFER, W., EISENBARTH, H.J. & M. WEBER (1978): Der Einfluss des Anschnitts auf die vegetative und generative Leistung bei verschiedenen Rebsorten.- Rebe und Wein 31: 23-25.
- KIEFER, W. & P. CRUSIUS (1984): Beziehungen zwischen Anschnitt, Mengenertrag und Qualität bei verschiedenen Rebsorten.- Mitteilungen Klosterneuburg 34: 51-63.
- KIEFER, W. & M. WEBER (1985): Der Einfluss der Standweite auf die vegetative und generative Leistung bei der Sorte Riesling.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 36: 49-60.
- KIEFER, W. & M. WEBER (1986): Einfluss unterschiedlicher Standweiten auf die Ausbreitung der Rebwurzeln.- Wein-Wissenschaft 41: 404-412.
- KIEFER, W. (1987): Anbautechnische Voraussetzungen für eine optimale Qualität und für Mechanisierung.- Deutsche Weinbau 42: 665-668.
- KIEFER, W. (1990): Anbautechnische Maßnahmen zur Beeinflussung der Mengenerträge und der Qualität.- Der Deutsche Weinbau 45: 1046-1051.
- KIEFER, W. (1995): Trockenperioden in der Vegetationszeit. Ein Problem als Herausforderung.- Der Winzer Austria 6: 6-8.
- KIMBERLING, D.N., SCOTT, E.R. & P.W. PRICE (1990): Testing a new hypothesis: plant vigour and phylloxera distribution on wild grape in Arizona.- Oecologia 84(1): 1-8.

- KIMBERLING, D.N. & P.W. PRICE (1996): Variability in grape phylloxera preference and performance on canyon grape (*Vitis arizonica*).- *Oecologia* 107(4): 553-559.
- KING, P.D. & G. RILLING (1985): Variations in the galling reaction of grapevines: evidence of different phylloxera biotypes and clonal reaction to phylloxera.- *Vitis* 24: 32-42.
- KIRCHMAIR, M. & L. HUBER (2003). A Plasmodiophorid from grapevine. XIV Congress of European Mycologists. 22. - 27. September 2003, Yalta (Ukraine).
- KIRCHMAIR M. & L. HUBER (2004a) Ein neuer Parasit der Weinrebe: *Sorosphaera viticola* nom. prov.- Mikrobiologisches Colloquium des Instituts für Allgemeine Mikrobiologie und Mikrobengenetik. 28. May 2004, Jena, Germany.
- KIRCHMAIR, M. & L. HUBER (2004b): Ein neuer Endoparasit in Wurzeln von Weinreben: *Sorosphaera viticola* nom. prov. (Plasmodiophoromycota).- 23. Congress of the German Society for Protozoology. 3. - 6. March 2004, Innsbruck, Austria.
- KIRCHMAIR, M., HUBER, L., PORTEN, M., RAINER, J. & H. STRASSER (2004A): *Metarhizium anisopliae*, a potential agent for the control of grape phylloxera.- *BioControl* 49: 295-303.
- KIRCHMAIR, M., HUBER, L. & H. STRASSER (2004B): The use of *Metarhizium anisopliae* as BCA against grape phylloxera.- Mikrobiologisches Colloquium des Instituts für Allgemeine Mikrobiologie und Mikrobengenetik. 28. May 2004, Jena, Germany.
- KIRCHMAIR, M., HUBER, L. & H. STRASSER (2004C): The impact of the fungal BCA *Metarhizium anisopliae* on soil fungi and animals.- Fourth meeting of the *Melolontha* subgroup of the IOBC/WPRS working group "Entomopathogens and entomoparasitic nematodes". 11. - 13. October 2004, Innsbruck, Austria.
- KIRCHMAIR, M., HUBER, L. & H. STRASSER (2004D): The use of *Metarhizium anisopliae* against grape phylloxera.- Integration 2004. Meeting of the WGs: Management of plant diseases and arthropod pests by BCAs and their integration in agricultural systems. 9. - 13. June 2004, S. Michele all'Adige, Trentino, Italy.
- KIRCHMAIR, M., NEUHAUSER, S. & L. HUBER (2005a): *Sorosphaera viticola* spec. nov. (Plasmodiophorids), an intracellular parasite in roots of grape vine.- *Sydowia* 57(2): 223-232.
- KIRCHMAIR, M., NEUHAUSER, S., SCHOLZ, C. & L. HUBER (2005b): *Sorosphaera viticola* nom. prov., newly discovered plasmodiophorid, a potential vector for grape vine viruses?.- 6th IWGPV (International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors), 5.- 7. September 2005, Bologna, Italy: 34 (Abstract).
- KIRCHMAIR, M., HOFFMANN, M., NEUHAUSER, S. & L. HUBER (2006): Persistence of GranMet®, a *Metarhizium anisopliae* based product, in grape phylloxera-infested vineyards.- Fifth meeting of the IOBC/WPRS working group "Entomopathogens and entomoparasitic nematodes": Sub-group "Soil Insect Pests" (previously sub-group "*Melolontha*"), 16 - 18. October 2006, Laimburg, Bozen, Italy.
- KIRCHMAIR, M., NEUHAUSER, S., BUZINA, W. & L. HUBER (2007): The taxonomic position of *Roesleria subterranea* (Weinm.) Redhead.- Submitted to: *Mycological Research*.
- KLASSE, H.J. (1997): Einfluß der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Qualität im Obst- und Weinbau.- *Obst –Wein - Garten* 6: 114.

- KLIK A. & H. PAPOUSCHEK (1991): Einfluss unterschiedlicher Bodenpflegesysteme im Weinbau auf Oberflächenabfluss und Bodenabtrag.– Österreichische Wasserwirtschaft 43: 191-198.
- KLIK A. & W. WUNDERER (1992): Bodenpflegesysteme und Erosion.– Mitteilungen Klosterneuburg 42: 213-215.
- KLINGEN, I. (2002): Effects of farming system, field margins and bait insect on the occurrence of insect pathogenic fungi in soils.- Agriculture, Ecosystems and Environment 91: 191-198.
- KLIPPEL-STAHMANN, A. & M. PORTEN (2018A) Technische Innovationen - Sitevi 2017 in Montpellier.– Das Deutsche Weinmagazin 1:14-17.
- KLIPPEL-STAHMANN, A. & M. PORTEN (2018B) SITEVI 2017 – eine Messe mit Innovationskraft.– Die Winzer-Zeitschrift 4:32-35.
- KLIEWER, W.M. (1967): Annual cyclic changes in the concentration of free amino acids in grapevines.- Amer. J. Enol. Viticult. 18: 126-137.
- KNITTEL, H. & E. ALBERT (2003): Praxishandbuch Dünger und Düngung.- Verlag Agrimedia GmbH, Bergen/Dumme.
- KNUDSEN, I.M.B., DEBOSZ, K., HOCKENHULL, J., JENSEN, D.F. & S. ELMHOLT (1999): Suppressiveness of organically and conventionally managed soils towards brown foot rot of barley.- Applied Soil Ecology 12: 61-72.
- KOBLET W. (1969): Wanderung von Assimilaten in Rebtrieben und Einfluss der Blattflaeche auf Ertrag und Qualitaet der Trauben.- Weinwissenschaft 24: 277-319.
- KOBLET, W. (1985a): Die Bedeutung des alten Holzes fuer Ertrag und Qualitaet bei Reben.- Wein-Wissenschaft 40: 228-237.
- KOBLET, W. (1985b): Einfluss des Lichtes auf die Knospenfruchtbarkeit bei Reben.- Schweizerische Zeitschrift fuer Obst- und Weinbau 121: 381-385.
- KOBLET, W. & P. PERRET (1990): Beziehung zwischen Triebwachstum, Wurzelentwicklung und Assimilatwanderung in Topfreben.- Wein-Wissenschaft 45: 93-96.
- KOBLET W., CANDOLFI-VASCONCELOS M.C. & M. KELLER (1996): Stress und Stressbewältigung bei Weinreben.- Botanica Helvetica 106: 73-84.
- KOBLET, W., ROTH, I., HOFFMANN, P. & P. WEISSENBACH, (1997): Mobilisierung von Reserven unter Stress bei Blauburgunder-Reben.- Schweizerische Zeitschrift fuer Obst- und Weinbau 133: 114-116.
- KÖHLE, H., Grossmann, K., JABS, T, GERHARD, M. KAISER, W., GLAAB, J., CONRATH, U., SEEHAUS, K. & S. HERMS (2000): Physiological Effects of the Strobilurin Fungicide F 500 on Plants fungizide.- Modern Fungicides and Antifungal Compunds III, Agroconcept, Bonn.
- KOHL. E & M. PORTEN (2017a) Alternative für den Steillagenweinbau? -Wildkräuterbegrünung im Versuch, Teil 1.– Das Deutsche Weinmagazin 18:26-29.
- KOHL. E & M. PORTEN (2017b) Artenreich und gut für den Boden? -Wildkräuterbegrünung im Versuch, Teil 2.– Das Deutsche Weinmagazin 19:27-29.
- KOHL. E & M. PORTEN (2018) Begrünungen mit Wildkräutern und Wildblumen eine Alternative für den Steillagenweinbau.– Die Winzer-Zeitschrift 1:31-35.

- KOKALIS-BURELLE, N. & R. RODRIGUEZ-KÁBANA (1994): Effects of pine bark extracts and pine bark powder on fungal pathogens, soil enzyme-activity, and microbial-populations.- *Biological Control* 4(3): 269-276.
- KONRAD, H. (2004): Wege zu neuen Klone und alten Sorten.- *Der Deutsche Weinbau* 18: 14-16.
- KONRAD, H.; LINDNER, B.; WEIHL, T.; PORTEN, M.; RÜHL, E. (2009) How to maintain genetic diversity of traditional German varieties. - *Proceedings of the Ninth International Conference on Grape Genetics and Breeding*, Udine, Italy, July 2-6, 2006.
- KOPF, A. (2000): Untersuchungen zur Abundanz der Reblaus (*Dactylospira vitifolia* Shim.) und zur Nodositätenbildung in Abhängigkeit von Umweltfaktoren.- Dissertation Universität Hohenheim.
- KORKAS E., SCHALLER K., LOEHNERTZ O. & H. LENZ (1994): Die Dynamik "nicht-struktureller" Kohlehydrate in Reben (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) im Verlauf zweier Vegetationsperioden unter dem Einfluss einer langjaehrig variierten Stickstoffduengung. Teil I: Vor und waehrend der Austriebsphase.- *Wein-Wissenschaft* 49:86-95.
- KULCU, R. & O. YALDIZ (2005): Composting dynamics and optimum mixture ratio of chicken manure and vineyard wastes.- *Waste Management and Research England* 23: 101-105.
- KÜSTER, H (2005): *Das ist Ökologie*.- Verlag C.H. Beck, München.
- KUNZ, H.D. (1954): Über die innertherapeutische Wirkung des Cyanamids.- Aus dem Institut für Pflanzenpathologie und Pflanzenschutz der Georg-August-Universität Göttingen: 482-
- KWASNA, H., SIEROTA, Z. & G.L. BATEMAN (2000): Fungal communities in fallow soil before and after amending with pine sawdust.- *Applied Soil Ecology* 14(2): 177-182.
- LAMMEL, G. & H. FLESSA (1998): Anthropogene Störung des Stickstoff-Kreislaufs.- *Z. Umweltchem. Ökotox.* 10(5): 295-305.
- LEBON, E., PELLEGRINO, A., TARDIEU, F. & J. LECOEUR (2001): Shoot Development in Grapevine (*Vitis vinifera*) is Affected by the Modular Branching Pattern of the Stem and Intra- and Inter-shoot Trophic Competition.- *Annals of Botany* 93: 263-274.
- LINSENMEIER, A. & O. LÖHNERTZ (2006): Einfluss der Stickstoffdüngung auf Wuchs, Ertrag, Most- und Weinqualität der Sorte Riesling in einem zwanzigjährigen Langzeitversuch: I. Vom Boden zum Blatt.- *Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Früchteverwertung* 56 (7-8): 199-212.
- LINSENMEIER, A. (2007): Einfluss der Stickstoffversorgung der Rebe (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) auf den untypischen Alterungston.- *Promotion Uni Gießen Geisenheimer Berichte* Bd.60.
- LIPPS, M., ROSCH, A. & M. PORTEN (2009a): Vollautomatische optische Traubensortierung: Chancen und Möglichkeiten.- *Das Deutsche Weinmagazin* 15:21-23.
- LIPPS, M., ROSCH, A. & M. PORTEN (2009b): Vollautomatische optische Traubensortierung.- *Die Winzer-Zeitschrift* 24 (10): 22-24.
- LÖHNERTZ, O. (1988): Nährstoffelementaufnahme von Reben im Verlauf eines Vegetationszyklus.- *Mitteilungen Klosterneuburg* 38: 124-129.
- LÖHNERTZ, O. & K. SCHALLER (1989): Stickstoffaufnahme von Reben während eines Vegetationszyklus.- *Der Deutsche Weinbau* 44: 464-466.

- LÖHNERTZ, O. SCHALLER, K. & K. MENGEL (1989A): Nährstoffdynamik in Reben. I. Mitt.: Nitrat in verholzenden und vegetativen Teilen.- Wein-Wissenschaft 44: 20-27.
- LÖHNERTZ, O. SCHALLER, K. & K. MENGEL (1989B): Nährstoffdynamik in Reben. III. Mitt.: Stickstoffkonzentration und Verlauf der Aufnahme in der Vegetation.- Wein-Wissenschaft 44: 192-204.
- LÖHNERTZ, O. (1991): Bodenuntersuchung - Soil nitrogen and the uptake of nitrogen in grapevines.- (in: Rantz, J. M. (Ed.): Proceedings of the International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wine, 18-19 June 1991, Seattle, WA, USA): 1-11.
- LÖHNERTZ, O., HOPPMANN, D., EMDE, K., FRIEDRICH, K., SCHMANKE, M. & T. ZIMMER (2004): Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete.- Geologische Abhandlungen Hessen, Band 114.
- LÖSCH, R. (2003): Wasserhaushalt der Pflanzen.- Verlag Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim.
- LOHUIS, H. (1991): Eine neue Rolle für einen alten Dünger.- Sonderdruck aus Pflanzenschutz-Praxis 2:1-4.
- LOPES, C., MONTEIRO, A., RÜCKERT, F. E., GRUBER, B., STEINBERG, B., & H.R. SCHULTZ (2004): Transpiration of grapevines and co-habiting cover crop and weed species in a vineyard. A "snapshot" at diurnal trends.- Vitis 43: 111-117.
- LOPES, C. M.; GRACA, J.; VICTORINO, G.; GUZMAN, R.; TORRES, A.; REYES, M.; BARRIGUINHA, A.; BRAGA, R.; MONTEIRO, A. (2018): VINBOT - a terrestrial robot for precision viticulture - Actas Portuguesas de Horticultura.- 29: 517-523.
- LOTTER, D.W., GRANETT J. & A.D. OMER (1999): Differences in grape phylloxera-related grapevine root damage in organically and conventionally managed vineyards in California.- Hortscience 34(6): 1108-1111.
- LOTTER, D.W. (2000): Reduced root damage in organically managed phylloxera-infested vineyards in California.- SÖL-Sonderausgabe Nr. 77: 183-191.
- LOVEYS, B., STOLL, M., DRY, P. & M. MCCARTHY (1998): Partial rootzone drying stimulates stress responses in grapevine to improve water use efficiency while maintaining crop yield and quality.- Australian Grapegrower and Winemaker 414 a: 108-113.
- LUTERBACHER, J., DIETRICH, D., XOPLAKI, E., GROSJEAN, M. & H. WANNER (2004): European seasonal and annual temperature variability, trends and extremes since 1500.- Science 303: 1499 – 1503.
- MAGAN, N. (2001): Physiological approaches to improving the ecological fitness of fungal biocontrol agents.- In: BUTT, T.M., JACKSON, C.W. & N. MAGAN (Eds.): Fungi as biocontrol agents.- CABI Publishing, Wallingford: 193-218.
- MAIGRE, D. & F. MURISIER (1991): Preliminary results of an experiment on soil management in viticulture.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 23 : 343-349.
- MAIGRE, D., AERNY, J. & F. MURISIER (1991): Vineyard soil management and Chasselas wine quality: Effect of permanent grass cover and nitrogen fertilization.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 27: 237-251.
- MAIGRE, D., AERNY, J. & F. MURISIER (1998): Comparaison de clones de Pinot noir. I. Résultats agronomiques.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 30: 361-368.

- MAILLET, P. (1957): Contribution a l'Étude de la biologie du Phylloxera de la vigne.- Annales des Sciences Naturelles, Zoologie et Biologie Animale. Tome XIX, Paris.
- MAIXNER, M. & B. HOLZ (2003): Risiken für den Weinbau durch gebietsfremde Schaderreger.- Forschungsreport Verbraucherschutz, Ernährung, Landwirtschaft 5: 19-23.
- MAIXNER, M., SCHULZE, K., LOSKILL, B., HOFFMANN, C. & H. MOHR (2007). Neue Rebschädigungen durch Klimawandel.- Die Winzer-Zeitschrift: 22 (3): 28-29.
- MAIXNER, M., PORTEN, M. & T. SCHMITT (2012): Wechselwirkungen zwischen der Bewirtschaftung und der Biodiversität von Weinbau-Steillagen. Workshop „Biological Diversity in Agricultural Landscapes - February 09-10, 2012, Berlin-Dahlem– Julius-Kühn-Archiv 436:62-66.
- MAPFUMO, E., ASPINALL, D. & T.W. HANCOCK (1994): Growth and development of roots of grapevine (*Vitis vinifera* L.) in relation to water-uptake from soil.- Annals of Botany 74(1): 75-85.
- MARAIS, P.G. (1979): Fungi associated with root rot in vineyards in the Western Cape.- Phytophylactica 11: 65-68.
- MARAIS, P.G. (1988): Grapevine roots and soil-borne fungi.- Technical Communication, Department of Agriculture and Water Supply, Republic of South Africa 215: 106-137.
- MARSCHNER, H. (1995): Mineral Nutrition of Higher Plants Second Edition.- Verlag Academic Press, London.
- MARTIN, C. (1977): Die Veränderung der Photosynthese, der Assimilatranslokation und der Respiration von Reborganen unter dem Einfluss des Reblausbefalls.- Dissertation Universität Hohenheim.
- MATESE, A.; GENNARO, S. F. DI. (2018): Practical applications of a multisensor UAV platform based on multispectral, thermal and RGB high resolution images in precision viticulture.- Agriculture 8(7 Art.116): 13pp.
- MAUL, D. (1997): Tiefenlockerung: Gute Durchlüftung des Bodens ist wichtig.- Das Deutsche Weinmagazin 23: 19-21.
- MAY, P. (2000): From bud to berry, with special reference to inflorescence and bunch morphology in **Vitis vinifera** L.- Australian Journal of Grape and Wine Research 6: 82-98.
- MAYET, V. (1890): Les Insectes de la Vigne.- Coulet, Montpellier.
- MENGEL, K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze.- Verlag Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MENGEL, K. & E.A. KIRKBY (2001): Principles of plant nutrition.- Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Meuren, S. (2016) Untersuchungen zu raupengestützten Steillagenvollernter hinsichtlich der mechanischen Belastung des Lesegutes und der Mengenverlusten.- Bachelorarbeit Hochschule Geisenheim University.
- MILKO, A.A. (1961): Vine roots rotting caused by phylloxera damages.- Phylloxera and measures of fighting it [russ.]- Shtiintsa, Kishinev, Vol. 1.

- MILLARDET, A. (1878): Théorie nouvelle des altérations que le phylloxera détermine sur les racines de la vigne européenne.- Comptes rendus Hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 87: 197-201.
- MOHR, H. D., STEINBERG, B. & O. HAAG (1999): Einfluss von Tiefenlockerungen in zwei dauerbe-grünten Rebanlagen auf Bodenfeuchte, N-Mineralisierung, Wurzelwachstum und Ertrag.- Mitteilungen Klosterneuburg, Rebe und Wein, Obstbau und Früchteverwertung 49 (4): 105-116.
- MOHR, H.D. (2005): Farbatlas Krankheiten, Schädlinge und Nützlinge an der Weinrebe.- Eugen Ulmer, Stuttgart.
- MOHR, H. D. (2008): Mykorrhizapilze im Weinbau: Die heimlichen Verbündeten.- Das Deutsche Weinmagazin 20: 18-24.
- MOLITOR, D., BIEWERS, B., JUNGLEN, M., SCHULTZ, M, CLEMENTI, P., PERMESANG, G., REGNER, D.; PORTEN, M., HERZOG, K.; HOFFMANN, L., BEYER, M., & B. BERKELMANN-LÖHNERTZ, (2018) Multi-annual comparisons demonstrate differences in the bunch rot susceptibility of nine *Vitis vinifera* L. 'Riesling' clones- . Vitis 57(1):17-25.
- MORLAT, R. (2008): Long-term additions of organic amendments in a Loire Valley Vineyard. II. Effects on root system, growth, grape yield, and foliar nutrient status of a Cabernet France vine.- American Journal of Enology and Viticulture 59 (4): 364-374.
- MORITZ, J. (1891): Die Rebeschädlinge, vornehmlich die *Phylloxera vastatrix* Pl., ihr Wesen, ihre Erkennung und die Maßregeln zu ihrer Vertilgung.- Parey, Berlin.
- MORITZ, J. (1893): Beobachtungen und Versuche, betreffend die Reblaus, *Phylloxera vastatrix* Pl., und deren Bekämpfung.- Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte [Sonderabdruck]: 661-685.
- MORITZ, J. (1907): Beobachtungen und Versuche betreffend die Biologie der Reblaus und die Prüfung von Mitteln zur Bekämpfung der Reblaus.- Bericht über die Tätigkeit der kaiserlichen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft 6: 64-66.
- MUGNAI, L., GRANITI, A. & G. SURICO (1999): Esca (black measles) and brown wood-streaking: Two old and elusive diseases of grapevines.- Plant Disease 83(5): 404-418.
- MÜLLER, K. (1918): Rebeschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung.- Braun'sche Hofbuchdruckerei und Verlag, Karlsruhe.
- MÜLLER, K. (1930): Weinbau-Lexikon.- Parey, Berlin.
- MÜLLER, H. (1955): Untersuchungen über die Wirkung des Cyanamids im Kalkstickstoff auf pathogene und nicht pathogene Mikroorganismen des Bodens.- Springer Verlag, Archiv für Mikrobiologie 22(3): 285-306.
- MUELLER, K. (1991): Die Mineralisation des organisch gebundenen Stickstoffs in Weinbergsböden. Teil I: Die Nmin-Dynamik.- Vitis 30: 151-166.
- MUELLER, K., PETERNEL, M. & A. BECKER (1991): Nitratproblematik und Einsatz von Alzon bzw. von Didin im Weinbau.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 42: 97-108.
- MÜLLER, E., PETERNEL, M. & LÖHNERTZ, O. (1998): Aktuelle Forschungsergebnisse: Stickstoff und Qualität.- Der Deutsche Weinbau 7: 14-17.

- MÜLLER, E., KADISCH, E., SCHULZE, G. & WALG, O. (1999): Der Winzer. Band 1: Weinbau.- Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- MÜLLER, E. (1999): 15 Jahre Stickstoffdüngungsversuche. Teil I: Erfahrungen und Konsequenzen. Teil II: Nach mir die Sintflut!?.- Das Deutsche Weinmagazin 19: 27-32, 20: 28-32.
- MÜLLER, E. (2001A): Humusversorgung im Weinbau.- Die Winzer-Zeitschrift 16 (2): 24-28.
- MÜLLER, E. (2001B): Gezielt Kompost im Weinberg einsetzen.- Die Winzer-Zeitschrift 17(3): 24-25.
- MÜLLER, E. (2003): Grundnährstoffe zuführen.- Das Deutsche Weinmagazin 7: 39-43.
- MÜLLER, E. (2004): Stickstoff-Düngung im Frühjahr.- Die Winzer-Zeitschrift 3: 34-35.
- Müller, J. (2015) Untersuchung verschiedener Schlagwerke für den raupengestützten Steillagenvollernter hinsichtlich Mengenverlusten und mechanischer Belastung des Leseguts.- Bachelorarbeit Hochschule Geisenheim University.
- MÜLLER, J., PORTEN, M., REGNER, D. & H. P. SCHWARZ (2016): Arbeitsqualitäten bei Steillagenvollerntern: Verlustrate und Fahrgeschwindigkeiten.- Das Deutsche Weinmagazin 18: 27-31.
- Müller-Thurgau, H. (1892): Die Transpirationsgröße der der Pflanzen als Maßstab ihrer Anbaufähigkeit.- Mitteilung der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft, Frauenfeld : 145-157.
- MURAKAMI, H., TSUSHIMA, S. & Y. SHISHIDO (2000): Soil suppressiveness to clubroot disease of Chinese cabbage caused by *Plasmodiophora brassicae*.- Soil Biology & Biochemistry 32: 1637-1642.
- MURISIER, F., JEANGROS, B. & V. ZUFFEREY (1986): Control of yield and grape maturity. 1985 trials.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 18: 149-156.
- MURISIER, F., JELMINI, G., FERRETTI, M. & A. MADONNA (1990): Amélioration du débourrement du Merlot au moyen de la cyanamide hydrogène.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 22: 399-402.
- MURISIER, F. (1991): Influence of bud load and planting density on potential yield, sugar content of the must and vegetative development. Experiments with Chasselas (in: Atti Convegno. Giornate G.E.S.C.O. sulle Forme di Allevamento della Vite, 9-10 Aprile 1991, Conegliano, Italy).- Rivista di Viticoltura e di Enologia, Conegliano special issue 44(4): 199-208.
- MURISIER, F. & R. ZIEGLER (1991): Effects of bud load and planting density on production potential, quality of grapes and vegetation development of grapevine cv. Chasselas.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 23: 277-282.
- MURISIER, F. & V. Zufferey (1996): Determining the optimal shoot load of grapevine. Field trial with cv. Chasselas.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 28: 131-137.
- MURISIER, F. & M. FERRETTI (1996): Influence of vine spacing in the row on cv. Merlot grape yield and quality in the Ticino.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 28: 293-300.

- MURISIER, F.M. (1996): Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose.- Dissertation Ecole Polytechnique Federale de Zurich.
- MURISIER, F. (1997): Optimales Blatt/Fruchtverhältnis bei Reben - Traubenqualität und Reservestoffeinlagerung.- Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 133: 229.
- MURISIER, F. & V. ZUFFEREY (2003): Influence de la densité de plantation sur le comportement agronomique de la vigne et sur la qualité des vins: essai sur Chasselas. 1. Résultats agronomique.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 35: 341-348.
- MURISIER, F. & V. ZUFFEREY (2006): Influence de la densité de plantation et de la hauteur de la haie foliaire sur la qualité des raisins et des vins. Essai sur Chasselas à Leytron (VS).- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 38 : 271-276.
- MURISIER, F. (2007): Influence de la densité de plantation et de la hauteur de la haie foliaire sur la qualité des raisins et des vins.- Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture 39 : 251-255.
- NEDOV, P.N. (1985): New methods of phytopathological and immunological researches in vinegrowing [russ.]- Shtiintsa, Kishinev.
- NEDOV, P.N. & A.P. GULER (1987): Normal and pathological anatomy of vine roots [russ.]- Shtiintsa, Kishinev.
- NEGRUL' A.M., KALMYKOVA, T.I. & A.G. MYTSU (1971): Korrelation zwischen Wurzeln und Zweigen bei Weinstöcken.- Izv. Timiryazevsk. Sel'skokhoz. Akad. (Moskau) 2: 138-155.
- NEUHAUSER, S., HUBER, L. & M. KIRCHMAIR (2005): *Sorosphaera veronicae*, neu für Österreich.- Österr. Z. Pilzk. 14: 303-307.
- NORDLUND, D.A. (1996): Biological control, integrated pest management and conceptual models.- Biocontrol News and Information 17(2): 35N-44N.
- NOVARA, A., PISCIOTTA, A., MINACAPILLI, M., MALTESE, A., CAPODICI, F., CERDA, A. & L. GRISTINA (2018): The impact of soil erosion on soil fertility and vine vigor. A multidisciplinary approach based on field, laboratory and remote sensing approaches.- Agriculture 8(7 Art.116): 13pp.
- OIV Organisation Internationale de la Vigne et du Vin.
- OLIVEIRA, H., REGO, M.C. & T. NASCIMENTO (2004): Decline of young grapevines caused by fungi.- Acta Horticulturae 652: 295-304.
- OMER, A.D., DEBENEDICTIS, J.A. & J. GRANETT (1995a): Grape phylloxera, *Daktulosphaera vitifoliae* (Fitch) (Hom., Phylloxeridae), population response to preformed tuberosities.- J. Appl. Ent. 119: 653-657.
- OMER, A.D., GRANETT, J., DEBENEDICTIS, J.A. & M.A. WALKER (1995b): Effects of fungal root infections on the vigor of grapevines infested by root-feeding grape phylloxera.- *Vitis* 34(3): 165-170.
- OMER, A.D., GRANETT, J., DOWNIE, D.A. & M.A. WALKER (1997): Population dynamics of grape phylloxera in California vineyards.- *Vitis* 36 (4): 199-205.
- OMER, A.D., GRANETT, J. & R.J. WAKEMAN (1999a): Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* on different *Vitis* rootstocks.- Journal of Phytopathology 147: 433-436.

- OMER, A.D., GRANETT, J. & C.W. SHEBELUT (1999b): Effect of attack intensity on host utilization in grape phylloxera.- *Crop Protection* 18(5): 341-347.
- OMER, A.D. (2000): Interactions between grape phylloxera and fungal infections of grapevine roots.- In: POWELL, K.S. & J. WHITING (Eds.): *Grapevine phylloxera management*.- Department of Natural Resources and Environment, Rutherglen. S. 51-56.
- OMER, A.D. & J. GRANETT (2000): Relationship between grape phylloxera and fungal infections in grapevine roots.- *Journal of Plant Diseases and Protection* 197(3): 285-294.
- OMER, A.D., THALER, J.S., GRANETT, J. & R. KARBAN (2000): Jasmonic acid induced resistance in grapevines to a root and leaf feeder.- *Journal of Economic Entomology* 93(3): 840-845.
- OMER, A.D., GRANETT, J. & M.A. WALKER (2002): Influence of plant growth stage on grape phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae) populations.- *Environmental Entomology* 31(1): 120-126.
- ORDISH, G. (1987): *The great wine blight*.- Sidgwick & Jackson, London.
- PANTEN, K. & R. G. V., BRAMLEY (2012): Whole-of-block experimentation for evaluating a change to canopy management intended to enhance wine quality.- *Australian Journal of Grape and Wine Research* 18(2): 147-157.
- PARENT, L. E. & M., DAFIR (1992): A Theoretical Concept of Compositional Nutrient Diagnosis.- *Journal of the American Horticultural Science* 117(2): 239-242.
- PAULITZ, T.C. (2000): Population dynamics of biocontrol agents and pathogens in soils and rhizospheres.- *European Journal of Plant Pathology* 106(5): 401-413.
- PEARSON, R.C. & A.C. GOHEEN (1994): *Compendium of grape diseases*.- APS Press, Minnesota.
- PENA-NEIRA, A., DUENAS, M., DUARTE, A., HERNANDEZ, T., ESTRELLA, I. & E. LOYOLA, (2017): Effects of ripening stages and of plant vegetative vigor on the phenolic composition of grapes (**Vitis vinifera** L.) cv. Cabernet Sauvignon in the Maipo Valley (Chile).- *Vitis* 43: (2) 51-57.
- PERRET, P. & W. KOBLET (1996): Die Verdichtungschlorose der Reben. Teil 1: Hemmung des Wurzelwachstums als Ursache. Teil 2: Ursachen der Hemmung des Wurzelwachstums.- *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 132: 553-556 und 584-587.
- PEROV, N.N., KITLAJEV, B.I. & M.N. MIRZAJEV (1970): Function of the soil microflora in the toxicosis of vines infected by phylloxera.- *Vinohrad* 8: 184-185.
- PETERSON, K. (2002): *Untersuchungen an Wurzelschäden von Reben unter besonderer Berücksichtigung von Nematoden*.- Diplomarbeit Universität Mainz.
- PETERSON, K., HUBER, L., EISENBEIS, G., PORTEN, L. & E.H. RÜHL (2003): Nematode communities in soils from three different vineyards infested with *Daktulosphaira vitifoliae*.- *Acta Horticulturae* 617: 135-137.
- PETRI, L. (1907): *Studi sul marciume delle radici nelle viti filloserate*.- Tipografia Nazionale di Giovanni Bertero, Rom.
- PETRI, L. (1909): Über die Wurzelfäule phylloxerierter Weinstöcke.- *Z. Pflanzenkrankheiten* 19: 18-48.
- PETRI, L. (1910): Ricerche istologiche sulle radici di diversi vitigni in rapporto al grado di resistenza alla fillossera.- *Atti della Accademia Nazionale die Lincei* 19: 578-594.

- PEUKE A.D. (2000): The chemical composition of xylem sap in *Vitis vinifera* L. vc. Riesling during vegetative growth on three different Franconian vineyard soils and influenced by nitrogen fertilizer.- Am. J. Enol. Vitic. 51: 329-339.
- PIERI, P., RIOU, C. & C. DUBOIS (1999): Competitions for nitrogen and water in two vine-grass systems - application of a water balance model.- Acta Horticulturae 493: 89-96.
- PLANCHON, J.V. (1868): Nouvelles observations sur le Puceron de la vigne (*Phylloxera vastatrix* [nuper *Rhizaphis*, Planch.]).- Comptes rendus Hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences 67: 588-594.
- PORTEN, M. (1994): Entwicklung einer Eichmethode für die Xylemflußmessung an Reben.-Diplomarbeit an der Fachhochschule Wiesbaden: 60 p.
- PORTEN, M. (1996): Ermittlung des Wasserverbrauchs verschiedener Rebsorten am Standort.- Diplomarbeit Justus-Liebig Universität Gießen: 99 p.
- PORTEN, M., & F. MANTY (1998): Sap flow measurements on different scion varieties.- ISHS Sap flow measurements on different scion varieties - Acta Horticulturae 493: 187-201.
- PORTEN, M., SCHMID, J. & E.H. RÜHL (2000A): Sap flow measurements on phylloxera infested grapevines.- Acta Hort. 537: 367-373.
- PORTEN, M., SCHMID, J. & E.H. RÜHL (2000B): Current problems with phylloxera on grafted vines in Germany and ways to fight them.- In: POWELL, K.S. & J. WHITING (Eds.): Proceedings of the International Symposium on grapevine phylloxera management.- Dept. of natural resources and environment, Melbourne, Australia: 89-97.
- PORTEN, M., E.H. RÜHL, EISENBEIS, G. & L. HUBER (2000C): Kalkstickstoff gegen die Reblaus?.- Das Deutsche Weinmagazin 8: 21-25.
- PORTEN, M. (2001): Die Wahl des "richtigen" Spätburgunderklons.- Das Deutsche Weinmagazin 18: 38-42.
- PORTEN, M. (2003): Die Wahl des richtigen Spätburgunderklons.- Die Winzer-Zeitschrift 18 (12): 30-32.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2003a): An assessment method for the quantification of *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) (Hem., Phylloxeridae) populations in the field.- J. Appl. Ent. 127: 157-162.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2003b): Biologische Kontrolle von Reblauspopulationen – Hilft ein Bodenpilz gegen die Reblaus?.- Das Deutsche Weinmagazin 12: 16-18.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2003c): Ökologischer Weinbau in Deutschland - Eine realistische Prognose.- Das Deutsche Weinmagazin 26: 26-30.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2003d): Weiße Burgundersorten und ihre Klone.- Das Deutsche Weinmagazin 13: 22-27.
- PORTEN, M. (2004a): Wie kann ich durch die Wahl des richtigen Spätburgunderklons die Qualität und das Betriebsergebnis verbessern.- Winzerbörse 12:10-14.
- PORTEN, M. (2004b): Raupentag der Praktiker.- Das Deutsche Weinmagazin 23: 34
- PORTEN, M. & C. HOFFMANN (2004): Reblaus gestern und heute.- Das Deutsche Weinmagazin 24: 16-18.

- PORTEN, M. & L. HUBER (2004a): Der Scheibenpflug: Die optimale Lösung für die Unterstockbodenpflege?- Die Winzerbörse 8: 10-12.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2004b): Ökonomie der Umstellung auf den ökologischen Weinbau - Was kostet die Umstellung?- Das Deutsche Weinmagazin 20: 24-29.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2004c): Hat ökologischer Weinbau eine Zukunft?.- Die Winzer Zeitschrift 8: 28-29.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2004d): Bodenbearbeitung: Die Wunderscheibe.- Das Deutsche Weinmagazin 9/10: 62-63.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2004e): Getränkepackung Vitipack: eine Pflanzhilfe?.- Das Deutsche Weinmagazin 4/9:
- PORTEN, M. & L. HUBER (2004f): Ökologische Perspektiven.- Das Deutsche Weinmagazin 11: 28.
- PORTEN, M. & C. SCHNEIDER (2004): Überlegungen zum Rebschnitt.- Das Deutsche Weinmagazin 26:18-2.
- PORTEN, M., HUBER, L. & B. FADER (2004): Economic assessment of the conversion phase by means of contribution margin accounting considering as example a wine-growing estate in the wine-region 'Rheinhessen'.- Intervitis Interfructa, 12. - 13. May 2004, Stuttgart, Germany: 112 - 122.
- PORTEN, M. (2005a): Innovationen bei der Rebpflanzung.- Das Deutsche Weinmagazin 8: 38-40.
- PORTEN, M. (2005 b): Weinbautechnik: Bewegung auf dem Scheibenmarkt - Das Deutsche Weinmagazin 9: 10-12.
- PORTEN, M. (2005 c): Die kostengünstige Alternative beim Heften? Der Low-Cost Hefter.- Das Deutsche Weinmagazin 14: 9-12.
- PORTEN, M. (2005d): Tiefenlockerung: Eine einfache Methode.- Das Deutsche Weinmagazin 23:32-33
- PORTEN, M. (2005e): Innovationen bei der Rebpflanzung – weniger ist oft mehr.- Die Winzer-Zeitschrift 5: 39-40.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2005a): Der Scheibenpflug: Eine Innovation in der Unterstockbodenpflege.- Die Winzer-Zeitschrift 20: 38-39.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2005b): Ökologische Perspektiven.- Das Deutsche Weinmagazin 11: 28.
- PORTEN, M. & C. SCHNEIDER (2005): Überlegungen zum Rebschnitt 2005.- Die Winzer-Zeitschrift 1: 28-29.
- PORTEN, & O. WALG. (2005): Vorführung Rebenvorschneidemaschinen.- Das Deutsche Weinmagazin 25: 16-19.
- PORTEN, M. & E. KOHL (2006): SMS Tag.- Das Deutsche Weinmagazin 22:34-35.
- PORTEN, M. & F.J. TREIS (2006a): Querterrassierung - Die Rettung der Steillagen?.- Das Deutsche Weinmagazin 11:22-29
- PORTEN, M. & F.J. TREIS (2006 b): Querbau Tag des DLR Mosel.- Das Deutsche Weinmagazin 23:35-36.
- PORTEN, M. (2007): Abgeschirmte Unterstockabspritzgeräte mit Überzeilenrahmen - ein neuer Trend ?.- Die Winzer-Zeitschrift 2:29-30.

- PORTEN, M., KOHL, E. & S. HERMEN (2007 a): Kronenerziehung für Dichtpflanzungen und Terrassenlagen: Zum Premium erzogen - Das Deutsche Weinmagazin 4:22-25.
- PORTEN, M., KOHL, E. & S. HERMEN (2007b): Bewässerungswürdigkeit einfach messen. - Die Winzer-Zeitschrift 4:51-52.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2007a): Wird die Scheibe das neue Bodenbearbeitungsgerät?.- Die Winzer-Zeitschrift 4:44-45.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2007b): Stockausbrechen: Tipps zum chemischen Ausbrechen mit Abspritzgeräten.– Der Deutsche Weinbau 7:76-78.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2007c): Neuheiten auf dem Scheibenmarkt.– Der Deutsche Weinbau 8:28-30.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2007d): Sortiermaschinen - Kurz vor dem Durchbruch? .- Das Deutsche Weinmagazin 7/8:78-80.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2008): Trends zu schlagkräftigen Maschinen und Geräten.– Der Deutsche Weinbau 2:34-35.
- PORTEN, M. & H.P. SCHWARZ (2008A): Steillagenweinbau: Nach SMS kommt RMS.- Das Deutsche Weinmagazin 16/17:26-30
- PORTEN, M. & H.P. SCHWARZ (2008B): Nach SMS kommt RMS.- Die Winzer-Zeitschrift 10:32-35.
- PORTEN, M. & L. HUBER (2008): Trends zu schlagkräftigen Maschinen und Geräten.– Der Deutsche Weinbau 2:34-35.
- PORTEN, M., LIPPS, M. & A. ROSCH (2008A): Traubensortierung: Systeme im Überblick.- Der Deutsche Weinbau 15:24-26.
- PORTEN, M., LIPPS, M. & A. ROSCH (2008B): Die Optik macht`s! Maschinelle Traubensortierung zur Qualitätssicherung.- Das Deutsche Weinmagazin 2:28-31.
- PORTEN, M., LIPPS, M. & A. ROSCH (2008C): Schadhafte Traubenmaterial maschinell aussondern- Die Winzer-Zeitschrift 2:26-27.
- PORTEN, M. (2008): Chemisches Stockausbrechen: Abgeschirmte Unterstockspritzen am Überzeilenrahmen.– Der Winzer 3:12-15.
- Porten, & F.J. Treis (2009): Querterrassierung mit Fahrterrassen - mehrjährige Erfahrungen auf Schiefer geprägten Böden.– Das Deutsche Weinbau Jahrbuch 60:206-216.
- PORTEN, M., KOHL, E., SIMONIS, A. & W. ZIPSE (2009): Die Zukunft der Steillagenbewirtschaftung.– Der Deutsche Weinbau 21:30-33.
- Porten, & E. Kohl (2010a): Steillagenmechanisierung: Neuerungen beim RMS.- Das Deutsche Weinmagazin 5-6:86-91.
- Porten, & E. Kohl (2010b): Neuerungen beim RMS und der Steillagenmechanisierung.- Die Winzer-Zeitschrift 3:38-42.
- Porten, & E. Kohl (2010c): Neuerungen beim RMS.-Der Winzer 8:26-28.
- PORTEN, M., LIPPS, M., ROSCH, A. & J. FELTES (2010A): Neue Möglichkeiten zur Traubensortierung.– Der Deutsche Weinbau 15:12-14.
- PORTEN, M., LIPPS, M., ROSCH, A. & J. FELTES (2010B): Neuerungen bei der Traubensortierung.– Das Deutsche Weinmagazin 19:22-23.

- PORTEN, M., KOHL, E. & R. HAYER (2010C) Innovation maschinelle Rebenpflanzung im Steilhang - Die Winzer-Zeitschrift 4:30-32.
- PORTEN, M., KOHL, E. & P. GÄNZ (2012A): Neue Geräte zur Bodenpflege "Scheiben - Rollen - Walzen - Die Winzer-Zeitschrift 11:22-23.
- PORTEN, M., KOHL, E. & P. GÄNZ (2012B): "Scheiben - Rollen – Walzen" – Der Winzer 12:13-15.
- PORTEN, M., KOHL, E. & P. GÄNZ (2012C): Neue Geräte zur Unterstockbodenpflege - Der Deutsche Weinbau 5:12-14.
- PORTEN, M., KOHL, E. & C. JUNG (2012D): Neue Maschinen in Steilhang von Piesport getestet - Die Winzer-Zeitschrift 10:26-27.
- PORTEN, & J. FELTES (2013A): Optische Traubensortierung. Teil I: Sortierung von Vollernterlesegut. - Das Deutsche Weinmagazin 18:29
- PORTEN, & J. FELTES (2013B): Optische Traubensortierung. Bonitur- und Bewertungssystem - Das Deutsche Weinmagazin 17:24-28.
- PORTEN, & J. FELTES (2013C): Traubensortierung. Bonitur- und Bewertungssystem - Die Winzer-Zeitschrift 11:34-37.
- PORTEN, & J. FELTES (2013D): Optische Traubensortierung. Teil II: Ursachen von Fehlselektionen - Das Deutsche Weinmagazin 19:33.
- PORTEN, & J. FELTES (2013E): Optische Traubensortierung. Teil III: Einfluß der mechanischen Belastung - Das Deutsche Weinmagazin 21:31.
- PORTEN, & J. FELTES (2013F): Optische Traubensortierung. Teil IV: Erneute Sortierung? - Das Deutsche Weinmagazin 22:15.
- PORTEN, M., KOHL, E. & P. GÄNZ (2013): Neue Geräte zur Bodenpflege "Scheiben - Rollen - Walzen – Obstbau Weinbau 2:51-53.
- PORTEN, & C. JUNG (2014a): Neue Entwicklungen beim Vollernter.- Das Deutsche Weinmagazin 2:12-15.
- PORTEN, & C. JUNG (2014b): Sitevi Neuheiten.- Das Deutsche Weinmagazin 2:30-32.
- PORTEN, & C. JUNG (2014c): Traubenvollernter mit Sortiereinheiten.- Das Deutsche Weinmagazin 24:20-23.
- PORTEN, & E. KOHL (2014a): Überzeilensprühgeräte für RMS-Systeme.-Deutsche Weinbau 1:32-35.
- PORTEN, & E. KOHL (2014b): RMS Überzeilensprühgeräte.- Die Winzer-Zeitschrift 5:38-40.
- PORTEN, & E. KOHL (2014c): Untersuchung der auftretenden Zugkräfte bei unterschiedlichen Raupenmechanisierungssystemen und der Stützwirkung von RMS-Trägerfahrzeugen.- KTBL, Abschlussbericht zum ATW-Vorhaben 177; 60 Seiten.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2014A): Minimalschnitt im Spalier: im Steilhang möglich?– Der Deutsche Weinbau 12:34-37.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2014B): Minimalschnitt im Spalier auch im Steilhang.– Die Winzer-Zeitschrift 9:30-32.
- PORTEN, & J. FELTES (2014A): Optische Traubensortierung, letzter Teil: Probleme, Kosten und Tipps zur Anschaffung von Sortieranlagen.- Das Deutsche Weinmagazin 14:19-23.

- PORTEN, & J. FELTES (2014b): Optische Traubensortierung -Kosten und Tipps zur Anschaffung von Sortieranlagen.- Deutsche Weinbau 21:16-18.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2014c): Mit Prallblech und Abzieher gegen Erosion – Das Deutsche Weinmagazin 21:23-25.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2014d): Mit Prallblech und Abzieher – Neue Entwicklungen – Der Winzer 10:21-24.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2014e): Mit Prallblech und Abzieher- Neue Unterstocklösungen – Die Winzer-Zeitschrift 1:30-32.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2015A): Herbizidfrei: Mit Bürste gegen Beikräuter.– Der Deutsche Weinbau 1:38-41.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2015b): Kehraus im Weinberg. Unterstockbürstensysteme im Überblick.– Der Deutsche Weinbau 5:26-29.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2015c): Unterstockbürstensysteme.– Der Winzer 3:20-25
- PORTEN, M. & D. REGNER (2015d): Pfiffige Neuerungen zur Weinbautechnik - Teile 1.– Die Winzer-Zeitschrift 3:31-33.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2015e): Pfiffige Neuerungen zur Weinbautechnik - Teile 2.– Die Winzer-Zeitschrift 4:34-36.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2015f): Minimalschnitt geht steil– Das Deutsche Weinmagazin 8:26-29.
- PORTEN, M., (2015): Zugkräfte bei RMS im Vergleich- Die Winzer-Zeitschrift 3:34-35.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016a): Besser Qualität und leichtere Arbeit, SITEVI– Das Deutsche Weinmagazin 1:26-29.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016b) Nieder-Olm 2016: Im Zeichen der Rollhacke.– Der Deutsche Weinbau 5:14-19
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016c): Herbizidfrei: Mit Bürste gegen Beikräuter.– Der Deutsche Weinbau 5:14-19.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016d): Maschinenvorführung zur mechanische Unterstockpflege.– Die Winzer-Zeitschrift 11:32-37
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016e): Scheibe und Kress-Fingerhacke – zwei Systeme die sich mögen.– Die Winzer-Zeitschrift 6:34-36.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016f): Das Rollhacken-Festival.– Die Winzer-Zeitschrift 4:33-35.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016g): Maschinenvorführung zur mechanischen Unterstock-bodenpflege.– Die Winzer-Zeitschrift 11:32-37.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016h): Steillagenvollernter – die Innovation schreitet voran.– Die Winzer-Zeitschrift 7:34-36.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016i): Fingerkrallen verbessert Wunderscheibe.– Obst- und Weinbau Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau (SZOW) 9:4-7.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016j): Steillagenvollernter: ein dynamischer Markt.– Der Deutsche Weinbau 12:34-37.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016k): Die Innovation schreitet stetig voran- Steillagenvollernter im Fokus.– Das Deutsche Weinmagazin 8:24-27.

- PORTEN, M. & E. KOHL (2016a) Humusaufbau im Steilhang- Düngeversuch über fünf Jahre.– Das Deutsche Weinmagazin 8:28-31.
- PORTEN, M., REGNER D., MÜLLER J. & H.P. SCHWARZ (2016a): Steillagenvollerntern – Schlagwerke im Fokus.– Der Deutsche Weinbau 14/16:28-31.
- PORTEN, M., REGNER D., MÜLLER J. & H.P. SCHWARZ (2016b): Arbeitsqualität bei Steillagenvollerntern – Verlustrate und Fahrgeschwindigkeiten– Das Deutsche Weinmagazin 18:27-31.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016l): Steillagenvollernter – es tut sich was.– Obst- und Weinbau Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau (SZOW) 18:4-9.
- PORTEN, M., REGNER D., MÜLLER J. & H.P. SCHWARZ (2016c): Mostqualität bei Steillagenvollerntern- Einfluss verschiedener Schlagwerke– Das Deutsche Weinmagazin 16/17:36-40
- PORTEN, M. & E. KOHL (2016b) Steil(vor)lage- Humusaufbau Wie organische Düngung den Boden, die Nährstoffe, die organische Substanz und das C/N Verhältnis im Steilhang beeinflussen.– Der Deutsche Weinbau 22:14-17.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016m) Überraschende Vielfalt – Mechanische Unterstockbodenpflege als Alternative zum Herbizideinsatz Teil 1.– Der Deutsche Weinbau 23:56-58.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2016n) Große Auswahl – Mechanische Unterstockbodenpflege als Alternative zum Herbizideinsatz Teil 2.– Der Deutsche Weinbau 24:20-25.
- PORTEN, M., REGNER D., MÜLLER J. & H.P. SCHWARZ (2016d): So unterscheiden sich Steillagenvollernter– Der Deutsche Weinbau 24:20-25.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017a): Intervitis 2016 – viele Neuigkeiten für den Steilhang und Drohnen begeistern.– Die Winzer-Zeitschrift 2:30-33.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017b) Neues aus Nieder-Olm.– Der Deutsche Weinbau 5:14-17
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017d) Vorsprung durch Technik.– Der Deutsche Weinbau 6:38-43
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017e): 10 Jahre RMS – eine Erfolgsgeschichte!!!.– Die Winzer-Zeitschrift 4:26-31.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017f): Drohne zum Rebschutz vorgeführt.– Die Winzer-Zeitschrift 5:35.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017g): Ausstellungen mit vielen kellertechnischen Neuerungen.– Die Winzer-Zeitschrift 5:41.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017h): Zehn Jahre RMS. Teil 1: Durchbruch für den Steillagenweingebau.– Das Deutsche Weinmagazin 8:30-32.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017i) Zehn Jahre RMS-Einsatz.– Der Deutsche Weinbau 9:26-30
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017j): Ausstellungen mit vielen kellertechnischen Neuerungen.– Die Winzer-Zeitschrift 5:41.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017k) Erfolgreich entwickelt.– Der Deutsche Weinbau 10:32-35.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017l): Zehn Jahre RMS. Teil 2: Action im Steilen.– Das Deutsche Weinmagazin 12:18-21.
- PORTEN, M. & D. REGNER (2017m): Unterstockbearbeitung – Kombination und Anbaupunkt machen den Unterschied.– Die Winzer-Zeitschrift 8:28-33.

- PORTEN, M. & D. REGNERY (2017n): Anbaupunkt und Kombi zielführend-Mechanische Unterstockbearbeitung.– Das Deutsche Weinmagazin 16/17:9-1.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018a) Aufbruch in eine neue Welt – Drohnen im Weinbau.– Das Deutsche Weinmagazin 1:21-25.
- PORTEN, M. & A. A., REMKE (2018A) Wissenschaftler informieren sich an der Mosel- Vineyards Connecting dynamics, processes and farmers.– Die Winzer-Zeitschrift 2:21.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018b) Neues aus Nieder-Olm.– Der Deutsche Weinbau 4:51-54.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018c) Neues bei Scheiben und Rollhacken - Bodenbearbeitung.– Das Deutsche Weinmagazin 8:27-29.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018d) Technische Entwicklungen im Weinbau.– Die Winzer-Zeitschrift 6:35-37.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018E) Wenig hilft viel im Zeichen der DüngeVO Teil 1.– Die Winzer-Zeitschrift 11:32-33.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018F) Zielgenau düngen Teil 1: Grundlagen.– Das Deutsche Weinmagazin 21:56-57.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018G) Zielgenau düngen Teil 2: Streugutverteiler zur unterstocknahen Applikation.– Das Deutsche Weinmagazin 22:25-27.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018H) Wenig hilft viel – Düngung Teil 1.– Der Deutsche Weinbau 22:20-23.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018I) Zielgenau düngen Teil 3: Düngemittelverteiler für den Unterstockbereich.– Das Deutsche Weinmagazin 23:30-32.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018J) Wenig hilft viel im Zeichen der DüngeVO Teil 2.– Die Winzer-Zeitschrift 12:30-33.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018K) Wenig hilft viel – Düngung Teil 2.– Der Deutsche Weinbau 24:18-23.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2018L) Innovativ -Intervitis 2018.– Der Deutsche Weinbau 25/26:16-19.
- PORTEN, M., REGNERY D. & S. BEISER (2018a): Ein neuer Ansatzpunkt- das ist die perfekte Welle Beiser 1 – Mechanische Unterstockbearbeitung.– Das Deutsche Weinmagazin 25/26:34-37.
- PORTEN, M., REGNERY D. & S. BEISER (2018b): Ein neuer Ansatzpunkt- das ist die perfekte Welle Beiser 1 – Mechanische Unterstockbearbeitung.– Landwirtschaftliches Wochenblatt 51/52:38-42.
- PORTEN, M., REGNERY D. & S. BEISER (2019A): Beiser 1- das ist die perfekte Welle.– Die Winzer-Zeitschrift 1:34-36.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2019a) Innovativ – Intervitis 2018-. Der Deutsche Weinbau 1:14-18
- PORTEN, M. & F. STEPHAN (2019a): Wie organisieren die Schweizer den Einsatz der Spritzdrohnen.– Die Winzer-Zeitschrift 1:26-38.
- PORTEN, M., REGNERY D. & F. STEPHAN (2019b): Rasante Entwicklung auf dem Spritzdrohnenmarkt.– Die Winzer-Zeitschrift 1:29-33.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2019b): Intervitis 2018 – und es gab doch etwas zu sehen !.– Die Winzer-Zeitschrift 3:34-37.

- PORTEN, M., REGNERY D. & S. BEISER (2019c): Bodenwelle - Unterstock Beiser 1- . Der Deutsche Weinbau 3:16-20
- PORTEN, M. & F. STEPHAN (2019b): Spritzdrohnen in der Schweiz.– Das Deutsche Weinmagazin 4:35-37.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2019c) Weinbau Digital Teil 1 Agrartage Nieder-Olm Technik- . Der Deutsche Weinbau 4:27-30.
- PORTEN, M. & D. REGNERY (2019d) Weinbau Digital Teil 2 Agrartage Nieder-Olm Technik- . Der Deutsche Weinbau 5:40-43.
- PORTEN, M. & F. STEPHAN (2019c): Schutz von oben- Applikationstechnik.– Der Deutsche Weinbau 6:14-17.
- PORTEN, M. & L. HUBER (unpubl.) Das Wuchsbonitursystem für Reben.
- POWELL, K. S., SLATTERY, W. J., DERETIC, J., HERBERT, K. & S. HETHERINGTON (2003): Influence of soil type and climate on the population dynamics of grapevine phylloxera in Australia.- *Acta Horticulturae* 617: 33-41.
- POWELL, K., HERBERT, K. & A. HOFFMANN (2007A): Grapevine phylloxera - opportunities for monitoring and early detection using non-destructive techniques.- *Australian Viticulture* 11 (6): 50-53.
- POWELL, K. S., TRETOWAN, C. J., BLANCHFIELD, A. L. & S. NORNG (2007B): Composted winery waste and its influence on grape phylloxera in ungrafted vineyards.- *Acta Horticulturae* 733:143-149.
- POWELL, K. S., BURNS, A., NORNG, S., GRANETT, J. & G. MCGOURTY (2007C): Influence of composted green waste on the population dynamics and dispersal of grapevine phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*.- *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119 (1-2): 33-38.
- POWELL, K. S., KOROSI, G. A. & A. M. MACKIE (2009): Monitoring grape phylloxera populations using simple non-destructive trapping systems.- *Acta Horticulturae* 816:29-33.
- POWELL, K. S. (2014): Root-feeding grape phylloxera: approaches for improved detection and reduced quarantine risk.- *Acta Horticulturae* 1045: 37-43.
- PRESSER, C., SCHMID, J. & E.H. RÜHL (1993): Die Reblaus - kein Problem mehr?.- *Das Deutsche Weinmagazin* 23: 22-25.
- PRIOR, B. (1999): Was tun? Chlorose im Weinberg.- *Der Deutsche Weinbau*, 13: 26-27.
- PRIOR, B. (2001): Düngung - die rechtliche Seite.- *Das Deutsche Weinmagazin* 7: 37-43.
- PRIOR, B. (2003): Qualität durch Laubarbeiten und Traubenreduktion: Was bietet sich an?.- *Das Deutsche Weinmagazin* 10:22-27.
- PRIOR, B. (2004): Ergebnisse der Ertragsregulierung aus Rheinhessen: Für reife und gesunde Trauben.- *Das Deutsche Weinmagazin* 8:16-21.
- PRIOR, B. (2005): Qualitätssteigerung im Weinbau: Maßnahmen - Ergebnisse – Aufwand.- *Das Deutsche Weinmagazin* 11:22-27.
- PRIOR, B. (2006): Frühe Entblätterung: Bald eine Standardmaßnahme?.- *Das Deutsche Weinmagazin* 11:30-35.
- PRIOR, B. (2008A): Frühe maschinelle Entblätterung der Traubenzone.- *Das Deutsche Weinmagazin* 10:10-15.

- PRIOR, B. (2008B): Bodenabdeckung oder Tropfbewässerung.- Der Deutsche Weinbau 8:16-18.
- PRIOR, B. (2008C): Maßnahmen zur Verbesserung der Wasserversorgung auf Trockenstandorten: Auch 2007 notwendig?.- Das Deutsche Weinmagazin 7:10-15.
- RAMOS, M. C. & J. A. MARTINEZ-CASASNOVAS (2006): Erosion rates and nutrient losses affected by composted cattle manure application in vineyard soils of NE Spain.- Catena The Netherlands 68: 177-185.
- RAPP, A. & G. VERSINI (1995): Fehleroma: die untypische Alterungsnote.- Der Deutsche Weinbau 18: 18-22
- RAPP, A. (1999A): Aromastoffe des Weines.- Das Deutsche Weinmagazin 21: 32-35.
- RAPP, A. (1999B): Veränderung der Aromastoffe im Wein während der Alterung/Lagerung: Wenn alte Weine reifer werden.- Das Deutsche Weinmagazin 26: 34-37.
- RASP, H. (1994): Möglichkeiten des Einsatzes organischer Abfallstoffe in Weinbau und Sonderkulturen.- Berichte über Landwirtschaft SH 208: 187-194.
- RATHSACK (1978): Die nitrifizierende Wirkung des Dicyandiamids.- Landwirtschaftliche Forschung 31: 347-358.
- RAUHUT, D., KÜRBEL, H., SCHNEIDER, K., LÖHNERTZ, O. & M. GROßMANN (1998): Einfluß der Nährstoffzusammensetzung im Most auf die Bildung von böckserverursachenden schwefelhaltigen Substanzen im Wein.- Intervitis Interfructa 1998. 5. Internationales Symposium. Innovationen in der Kellerwirtschaft. Mikroorganismen und Weinbereitung: 127-143.
- REGNERY, D. (2013a): Herbizidfrei mit Lava und Co. Gegen Beikrautbewuchs im Unterstockbereich.- Das Deutsche Weinmagazin 13:13-15.
- REGNERY, D. (2013b): Herbizidfrei mit Lava und Co. im Unterstockbereich.- Die Winzer Zeitschrift 8:28-31.
- REGNERY, D. & M. PORTEN (2015a): Unterstockbewirtschaftung einmal anders.- Das Deutsche Weinmagazin 9:10-13.
- REGNERY, D. & M. PORTEN (2015b): Erstellung einer Drahtanlage.- Die Winzer-Zeitschrift 5:30-32.
- REISENZEIN, H., PFEFFER, M., AUST, G. & BAUMGARTEN (2007): The influence of soil properties on the development of grape phylloxera populations in Austrian viticulture.- Acta Horticulturae 733: 13-23.
- REDHEAD, S.A. (1984): *Roeslerina* gen. nov. (Caliciales, Caliciaceae), an ally of *Roesleria* and *Coniocybe*.- Can. J. Bot. 62: 2514-2519.
- REMKE A. A. & M. PORTEN (2018A) Konferenz an der Mosel.- Deutsche Weinmagazin 3:42-43.
- REMKE A. A. & M. PORTEN (2018B) Bodenlos - Erosion.- Der Deutsche Weinbau 6:28-29.
- REMKE A. A. & M. PORTEN (2018C) Bodenerosion, ein unterschätztes Phänomen?.- Die WinzeZeitschrift 3:32-34.
- RETZLAFF, R., MOLITOR, D., BEHR, M., BOSSUNG, C., ROCK, G., HOFFMANN, L., EVERS, D. & T. UDELHOVEN, (2015): UAS-based multi-angular remote sensing of the effects of soil management strategies on grapevine.- Journal international des sciences de la vigne et du vin, 49(2): 85-102.

- REYNOLDS, A.G., WARDLE, D.A. & M. DENVER (1994A): Shoot density effects on Riesling grapevines: Interactions with cordon age.- American Journal of Enology and Viticulture 45: 435-443.
- REYNOLDS, A.G., EDWARDS, C.G., WARDLE, D.A., WEBSTER, D. & M. DENVER (1994B): Shoot density affects Riesling grapevines. I. Vine performance.- Journal of the American Society for Horticultural Science 119: 874-880.
- REYNOLDS, A.G., EDWARDS, C.G., WARDLE, D.A., WEBSTER, D. & M. DENVER (1994C): Shoot density affects Riesling grapevines. II. Wine composition and sensory response.- Journal of the American Society for Horticultural Science 119: 881-892.
- REYNOLDS, A.G., WARDLE, D.A., CLIFF, M. & M. KING (2004): Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition, and wine sensory attributes of Riesling.- American Journal of Enology and Viticulture 55: 96-103.
- REYNOLDS, A. G., BROWN, R., JOLLINEAU, M., SHEMROCK, A., KOTSAKI, E., LEE, H. S. & W. ZHENG (2017): Application of remote sensing by unmanned aerial vehicles to map variability in Ontario 'Riesling' and 'Cabernet franc' vineyards.- Acta Horticulturae 1188: 73-82.
- RICHARDS, D. (1983): The grape root system.- Horticultural Reviews 5: 127-183.
- RILLING, G. (1961): Die Bedeutung von Umweltfaktoren im Entwicklungszyklus der Reblaus (*Dactylospheera vitifolii* Shimer).- Vitis 3: 38-47.
- RILLING, R. (1962): Die formative Wirkung von Licht und Temperatur bei der Reblaus (*Dactylospheera vitifolii* Shimer).- Die Naturwissenschaften 4: 90-91.
- RILLING, G. (1968): Versuche zur Modifikabilität der Stechborstenlänge bei der Reblaus (*Dactylospheera vitifolii* Shimer).- Vitis 7:130-140.
- RILLING, G., RAPP, A., STEFFAN, H. & K.H. REUTHER (1974): Freie und gebundene Aminosäuren der Reblaus (*Dactylospheera vitifolii* Shimer) und Möglichkeiten ihrer Biosynthese aus Saccharose-¹⁴C(U).- Z. ang. Ent. 77: 195-210.
- RITTER, C. & EW.H. RÜBSAAMEN (1900): Die Reblaus und ihre Lebensweise.- R. Friedländer & Sohn, Berlin.
- G. ROCK, M. GERHARDS, M. SCHLERF, C. HECKER & T. UDELHOVEN (2016). (2016).: UAS-based multi-angular remote sensing of the effects of soil management strategies on grapevine.- Journal international des sciences de la vigne et du vin, 49(2): 85-102.
- ROONEY-LATHAM, S., ESKALEN, A. & W.D. GUBLER (2005): Teleomorph formation of *Phaeoacremonium aleophilum*, cause of esca and grapevine decline in California.- Plant Disease 89(2): 177-184.
- ROSCH, A. & M. PORTEN (2018A): Selektion - Weinqualität.– Der Deutsche Weinbau 11:20-23.
- ROSCH, A. & M. PORTEN (2018B): Eine effektive Traubensortierung wird immer wichtiger.– Die Winzer-Zeitschrift 9: 36-38.
- ROSCH, A. & M. PORTEN (2018C): Eine effektive Traubensortierung wird immer wichtiger.– Der Winzer 74 (8): 12-15.
- RÜBSAAMEN, EW. H. (1914): Die Bekämpfung der Reblauskrankheit in Preussen.- Journal of Applied Entomology 1(1):20-49.

- RUECKERT, F.E., STEINBERG, B. & W. BETTNER (1994): Einsatzmöglichkeiten artenreicher Dauerbegrünungs-Mischungen im Weinbau.- Bundesministerium fuer Land- und Forstwirtschaft, A-1012 Wien, Austria Förderungsdienst Sonderausgabe: 113-125.
- RÜHL, E.H., CLINGELEFFER, P.R., NICHOLAS P.R., CIRAMI R.M., MCCARTHY M.G., & J.R. WHITING (1988): Effect of rootstocks on berry weight and pH, mineral content and organic acid concentrations of grape juice of some wine varieties.- *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28: 119-125.
- RÜHL, E.H., CLINGELEFFER, P.R. & P.R. KERRIDGE (1990): Potassium uptake of rootstock varieties and hybrids - implications for wine quality.- *Vitis Special Issue 158* (in: Proceedings of the 5th International Symposium on Grape Breeding, 12-16 September 1989, St. Martin/Pfalz, FR of Germany).
- RÜHL, E.H. & P.R. CLINGELEFFER (1993): Effect of minimal pruning and virus inoculation on the carbohydrate and nitrogen accumulation in Cabernet franc vines- *American Journal of Enology and Viticulture* 44: 81-85.
- RUPP, D. & R. FOX (1998): Neue Wege bei der Pflanzfeldvorbereitung. Teil 1: Ziele und Auswirkungen auf Bodenstrukturen, Nitratdynamik, Wasserhaushalt und Wurzelentwicklung. Teil 2: Auswirkungen auf Wuchs, Blatt-Chlorophyllgehalt sowie Holz- und Ertragsleistung.- *Rebe und Wein* 51 (5): 196-199 und (7): 280-294.
- RUPP, D., TRÄNKLE, L. & R. FOX (1999): Zerstörungsfreie Chlorophyllbestimmung bei Reben - Bewertung von Sorteneinflüssen und Probenahmeeffekten.- *Mitteilungen Klosterneuburg* 49: 86-92.
- RUPP, D. & R. FOX (2000): Phosphatmangelsymptome im Weinbau kaum zu sehen.- *Rebe und Wein* 53 (6): 244-247.
- RUPP, D. (2002): Düngung von Ertragsreben.- *Rebe und Wein* 55 (3): 26-28, 30.
- RUPP, J. (2000): Dauerversuch Darmstadt – Die organische Substanz des Bodens unter dem Einfluß von Stallmistdüngung und biologisch dynamischen Präparaten.- *Lebendige Erde* 4: 42-45.
- RYSER, J.P., AERNY, J. & F. MURISIER (1989): Potassium fertilization of grapevine and acidity of the wine.- *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 21: 319-323.
- SAUERBECK, D. (1992a): Einfluss der Humusversorgung und Düngung auf Bodenleben und Bodenstruktur.- *Berichte über Landwirtschaft SH 206*: 146-156.
- SAUERBECK, D. (1992b): Funktionen und Bedeutung der organischen Substanzen für die Bodenfruchtbarkeit - ein Überblick.- *Berichte über Landwirtschaft SH 206*: 11-29.
- SCHACHTSCHABEL, P. BLUME, H.-P. BRÜMMER, G. HARTGE K. H. & U. SCHWERTMANN (1976): Lehrbuch der Bodenkunde.- Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- SCHAEFER, H. (1971): Experimentelle und biochemische Untersuchungen ueber die Kuehllagerung von Pfropfreben.- *Weinberg und Keller*. 18: 551-575.
- SCHAEFER, H. (1985): Stoffwechselunterschiede zwischen Reblauswurzelt Gallen und gesunden Rebenwurzeln.- *Vitic. Enol. Sci.* 40: 219-227.
- SCHALLER, K. (1979): Organische Düngemittel - Wirkungsweise und kostengünstiger Einsatz.- *Rebe u. Wein* 32: 51-57.

- SCHALLER, K., LÖHNERTZ, O., ZÜRN, F. & H. ANTES (1984): Einfluss einer variierten Stickstoffdüngung im Trockenjahr 1983 auf die Nitratgehalte in Mosten.- Der Deutsche Weinbau 39: 1108-1113.
- SCHALLER, K. & O. LÖHNERTZ (1985): Ermittlung des Ernährungszustands von Reben nach der Blattanalyse - Ein umweltschonendes Verfahren zur Feststellung des Düngebedürfnisses.- Wein-Wissenschaft 40: 394-412.
- SCHALLER, K. (1988): Beurteilung des Ernährungszustands von Reben nach der Blattanalyse in vier P-Düngungsversuchen unter besonderer Berücksichtigung des DRIS-Systems.- Mitteilungen Klosterneuburg 38: 151-163.
- SCHALLER, K. & O. LÖHNERTZ (1988): Die Praxis der Stickstoffdüngung im Weinbau.- Der Deutsche Weinbau 43: 678-686.
- SCHALLER, K. & O. LÖHNERTZ (1989): Bodenuntersuchung - Aussagekraft und Bewertung.- Weinwirtschaft Anbau 2: 25-31.
- SCHALLER, K., LÖHNERTZ O., GEIBEN, R. & N. BREIT (1989): N-Stoffwechsel von Reben. I. Mitteilung: N- und Arginindynamik im Holzkörper der Sorte Müller-Thurgau im Verlaufe einer Vegetationsperiode.- Wein-Wissenschaft 44: 91-101.
- SCHALLER, K., LÖHNERTZ O., & H. MICHEL (1995): Improvements of the DRIS-System and first experiences in Grapevine nutrition with special consideration of the compositional nutrient diagnosis approach.- Acta Horticulturae 383: 171-189.
- SCHALLER, K. (1997): Pflanzenanalyse - auch bei der Rebe interessant?.- Die Winzer-Zeitschrift 12: (5) 36-39.
- SCHALLER, K. (1999): Influence des différents systèmes de labour du sol sur l'absorption de N, P, K, Mg, Ca et des composés organiques N par les baies du raisin pendant la croissance et le développement de la variété Riesling blanc.- Bulletin de l'O.I.V. 72: 602-629.
- SCHALLER, K., HOPPMANN, D., JAGOUTZ, H. & O. LÖHNERTZ (2002): Modélisation de la formation de nitrates et du mouvement des sols du vignoble. Contribution à une viticulture plus durable.- Bulletin de l'O.I.V. 75 : 782-800.
- SCHALLER, K. (2004a): Humuseffekte - im Weinbau verkannt.- Geisenheimer Berichte 53: 169-201.
- SCHALLER, K. (2004b): Parameter für die Humusbilanzierung.- Der Deutsche Weinbau 14: 14-18.
- SCHALLER, K. (2005): Erfolgreiche und nachhaltige Humuswirtschaft.- Der Winzer Austria, 2005, 61(4): 20-28.
- SCHALLER, K (2008A): Praktikum zur Bodenkunde und Pflanzenernährung, 9 Auflage, Geisenheimer Berichte.
- SCHALLER, K. (2008b): Petiole analysis - is it a reliable indicator for plant nutritional status?.- Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca, Horticulture 65(1): 26-32.
- SCHECK, H.J., VASQUEZ, S.J., GUBLER, W.D. & D. FOGLE (1998a): First report of black-foot disease, caused by *Cylindrocarpon obtusisporum*, of grapevine in California.- Plant Disease 82(4): 448.

- SCHECK, H, VASQUEZ, S., FOGLE, D & W.D. GUBLER (1998b): Grape growers report losses to black-foot and grapevine decline.- California Agriculture 52(4): 19-23.
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1992): LEHRBUCH DER BODENKUNDE, F. ENKE, STUTTGART
- SCHILLING, G. (2000): Pflanzenernährung und Düngung.- Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SCHMID, J. (1997): Xylemflußmessungen an Reben.- Dissertation Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- SCHMID, J., MANTY, F. & E.H. RÜHL (1998): Welche Unterlage für welchen Standort?.- Das Deutsche Weinmagazin 2: 26-30.
- SCHMID, J., SOPP, E. & E.H. RÜHL (1998): Breeding rootstock varieties with complete phylloxera resistance.- Acta Horticulturae 473: 131-135.
- SCHMID J. (2005): Die Unterlagssorten im deutschen Weinbau: Kober 125 AA.- Das Deutsche Weinmagazin 6:18-19.
- SCHMID, J., MANTY, F., HUBER, L., PORTEN, M. & E.H. RÜHL (2005): Experience with rootstock varieties in Germany.- Proc. of the conference: Grapevine Rootstocks: Current use, research, and application, 5. February 2005, Osage Beach, USA: 14-24.
- SCHMID J., & F. MANTY (2009): Zwei Standorte und Unterlagen im Test.- Der Deutsche Weinbau 23:12-116.
- SCHMID J., MANTY F.& B. LINDNER (2009) Geisenheimer Rebsorten und Klone- Unterlagssten.-Geisenheimer Berichte 67: 123-153.
- SCHMITT H.H. (2005): Geisenheimer Rebsorten und Klone- Unterlagssorten.- Deutsches Weinbau-Jahrbuch 56: 12-17.
- SCHNEIDER-ORELLI, O. (1921): Reblausversuche im Kanton Zürich.- Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz 35: 479-509.
- SCHNEIDER-ORELLI, O. (1939): Vergleichende Untersuchungen an nord- und südschweizerischem Reblausmaterial.- Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. 17: 584-610.
- SCHNEIDER-ORELLI, O. & H. LEUZINGER (1924): Vergleichende Untersuchungen zur Reblausfrage.- Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 5: 1-51.
- SCHÖNWIESE, C.D., STAEGER, T. & S. TRÖMEL (2006): Klimawandel und Extremereignisse in Deutschland.- Deutscher Wetterdienst, Klimastatusbericht 2005: 7-17.
- SCHOLTEN, G., LIPPS, M., PORTEN, M. & A. ROSCH (2009): Qualitätssteigerung durch vollautomatisch optische Traubensortierung-32nd World Congress of Vine and Wine. 7th General Assembly of the OIV, June 28th – July 3rd 2009, Zagreb, Croatia.– Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV), 75008 Paris, France ISBN 978-953-6718-12-2, 8 Seiten.
- SCHRAMM A. & H.N. RESCH (2008): Die globale Erwärmung der Atmosphäre: auch eine Herausforderung für den Weinbau? Boden, Rebe, Umwelt. Teil I: Versorgung mit Phosphat, Kalium, Kalk und Magnesium. Teil II: Erosion und Bodenverdichtung. Teil III: Stoffwechsel und Klimawandel.– Das Deutsche Weinmagazin 6: 22-26, 7: 25-27, 9: 13-17.
- SCHRUF, G. & H.H. KASSEMAYER (1999): Krankheiten und Schädlinge der Weinrebe.- Verlag TH. Mann, Gelsenkirchen: 96 Seiten.

- SCHUBERT, S. (2006): Pflanzenernährung - Grundwissen Bachelor.- UTB Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SCHÜLLER, K. (1969): Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden.- *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 123(1): 48-63.
- SCHULTE-KARRING, H. (1987): Neues auf dem Gebiet der Tieflockerung.- *Rebe und Wein* 40: 278-281.
- SCHULTZ, H. R. (1989): Co₂-Gaswechesel und Wassertransport von Stark- und Schwachlichttrieben bei *Vitis vinifera* L. (c.v. Riesling) in Abhängigkeit von Klima- und Pflanzenfaktoren –Ansatz eines empirischen Assimilationsmodells.- Dissertation Justus-Liebig Universität Gießen.
- SCHULTZ, H. R. (1996a): Weinbauliche Maßnahmen zur Säureregulierung.- *Der Deutsche Weinbau* 11(8): 18.
- SCHULTZ, H. R. (1998): Der Wasserhaushalt der Rebe.- *Obstbau - Weinbau. Fachblatt des Südtiroler Beratungsringes* 35: 339-341.
- SCHULTZ, H. R., LEBON, E. & C. ROUSSEAU (1999): Suitability of the "Ball, Woodrow, Berry"-model for the description of stomatal coupling to photosynthesis of different *Vitis* species and *Vitis vinifera* cultivars in different climatic regions at various levels of water deficit.- *Acta Horticulturae* 493: 17-30.
- SCHULTZ, H.R. (2000): Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects.- *Australian Journal of Grape and Wine Research* 6: 2-12.
- SCHULTZ, H. R., PIERI, P., PONI, S. & E. LEBON (2001): Modelling water use and carbon assimilation of vineyards with different canopy structures and varietal strategies during water deficit.- *Proceedings: 12th International Congress on Photosynthesis, 2001, Brisbane, Australia*: 34-40.
- SCHULTZ, H. R. (2002): Inhaltstoffbildung während der Beerenreife.- *Der Deutsche Weinbau* 22: 22-25.
- SCHULTZ H. R. (2003): Wachstumsmodell der Rebe: Jetzt wächst die Rebe auch am Bildschirm.- *Das Deutsche Weinmagazin* 10:28-31.
- SCHULTZ, H. R. (2005): Pflanzdichte und Qualität: Wie hängt das zusammen?.- *Das Deutsche Weinmagazin* 20: 23-27.
- SCHULTZ, H. R. (2007a): Klimawandel und Tropfbewässerung: Extreme Flexibilität.- *Das Deutsche Weinmagazin* 6: 23-25.
- SCHULTZ, H. R. (2007b): Sonnenbrand: Was steckt dahinter?.- *Das Deutsche Weinmagazin* 1 6: 30-31.
- SCHULTZ, H. R. (2007c): Veränderungen im Klima und mögliche weinbauliche Konsequenzen.- *Deutsches Weinbau-Jahrbuch* 56: 18-25.
- SCHULTZ, H. R. (2014): Aromastoffe im Wein: Fruchtentwicklung, Aromabildung und weinbauliche Einflussmöglichkeiten.- *Der Winzer* 70 (12): 14-17.

- SCHULTZ, H. R. (2018): Weinbau im (Klima-)Wandel: Änderung von Klima und Terroir.- Der Winzer 74 (12): 17-19.
- SCHWAB, A., & PETERNEL, M. & E. GREBNER (2003): Aminosäuren im Traubenmost: Baustein für Qualität.- Das Deutsche Weinmagazin 18: 34-38.
- SCHWAB, A. & M. PETERNEL (2006): Humus ist nicht gleich Humus - Zusammenhänge zwischen Humus, Ertrag und Mostgewicht.- Rebe und Wein 59: 18-20.
- SEITER, P (2000): Der Einfluss von Stickstoffdüngung und Bodenpflege auf die Stickstoffversorgung der Rebe und die Weinqualität: eine Studie zum Problem des "untypischen Alterungstons".- Dissertation Universität Freiburg
- Seiter, p. & M. Riedel (2001): Brennpunkt: N-Mangel.– Das Deutsche Weinmagazin 26: 24-27.
- SIEGEL, O. (1955): Nährstoffmangel und Reblausbefall bei Amerikaner-Unterlagen.- Der Deutsche Weinbau 13: 349-350.
- SIEGFRIED, W., SACCHELLI, M., VIRET, O., WOHLHAUSER, R., RAISIGL, U., HUBER, B., IPACH, R. & G. BÄCKER (2005): Blattflächenbezogene Dosierung von Pflanzenschutzmitteln im Reb- bau. Teil I: Methoden zur Bestimmung der Blattflächen- und Laubwandentwicklung. Teil II: Gerätetechnik, Wirkstoffanlagerung und Wirkung gegen Pilzkrankheiten.- Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 141 (4): 13-16 und (6): 9-13.
- SIVASITHAMPARAM, K. (1998): Root cortex - the final frontier for the biocontrol of root-rot with fungal antagonists: a case study on a sterile red fungus.- Annu. Rev. Phytopathol. 36: 439-452.
- SMART D.R., CARLISLE, E., GOEBEL, M. & B.A. NUNEZ (2005): Transverse hydraulic redistribution by a grapevine.- Plant Cell and Environment 28 (2): 157-166.
- SOMMER, K. J., ISLAM, M. & CLINGELEFFER, P.R. (2000): Effect of varying node number per bearer on yield and juice composition of Cabernet Sauvignon grapevines.- Australian Journal of Grape and Wine Research 6: 99-108.
- SOPP, E. (1994): Untersuchungen zur Resistenz von Unterlagsreben gegenüber virusübertragen- den Nematoden unter besonderer Berücksichtigung der Nematodenzönose in Wein- bergsböden.- Dissertation Technische Universität Darmstadt.
- SOPP, E., BLESER, E. & E.H. RÜHL (1997): Renaissance der Reblaus - Schädling gibt viele Rätsel auf.- Das Deutsche Weinmagazin 10/17: 22-26.
- SOPP, E., BLESER, E., RÜHL, E.H., HIRSCHMANN, J. & C. JUNG (1998): Reblaus – Aktuelle Situation und Möglichkeiten der Schadensbegrenzung.- Deutsches Weinbau 49: 207-214.
- STAUFFACHER, H. (1903a): Über ein neues Organ bei *Phylloxera vastatrix* Pl.- Allgemeine Zeitschrift für Entomologie 2/3: 30-35.
- STAUFFACHER, H. (1903b): Über ein neues Organ bei *Phylloxera vastatrix* Pl.- Allgemeine Zeitschrift für Entomologie 4: 57-60.
- STAUFFACHER, H. (1905): Zur Kenntnis des statischen Organs bei *Phylloxera vastatrix* Pl.- Zeitschrift für wiss. Zoologie 82: 379-388.
- STAUFFACHER, H. (1907): Zur Kenntnis der *Phylloxera vastatrix* Pl.- Zeitschrift für wiss. Zoologie 88: 131-152.

- STEINBERG, B. (1968): Untersuchungen über die Wurzelspitzenverteilung bei Pfropfreben (*Vitis vinifera* L.) in Normallagen des Rheingaus.- Dissertation Universität Gießen, Deutschland.
- STEINBERG, B., BETTNER, W. & E. LANG (1982): Relations between leaf area, leaf weight and wood yield in different grapevine cultivares.- *Wein-Wissenschaft* 37: 75-87.
- STEINBERG, B., BETTNER, W. & M. WEBER (1985): Bodenerosion im Weinbau.- *Wein-Wissenschaft* 40: 108-119.
- STEINBERG, B., WEBER, M. & H.R. SCHULTZ (2000): Teilentfruchtung, Teil 1: Weniger Trauben, mehr Genuss.- *Das Deutsche Weinmagazin* 10: 22-29.
- STELLWAAG, F. (1928): Die Weinbauinsekten der Kulturländer.- Parey, Berlin.
- STELLWAAG-KITTLER, F. (1954): Das Auftreten der geflügelten Reblaus.- *Der Deutsche Weinbau* 24: 737-738.
- STEVENS R.M. & T. DOUGLAS (1994): Transverse hydraulic redistribution by a grapevine.- *Plant Cell and Environment* 28 (2): 157-166.
- STEVENSON, A.B. (1964): Seasonal history of root-infesting *Phylloxera vitifoliae* (Fitch) (Homoptera: Phylloxeridae) in Ontario.- *The Canadian Entomologist* 96: 979-987.
- STOCK, M., BADECK, F., GERSTENGARBE, F. W., HOPPMANN, D., KARTSCHALL, T., ÖSTERLE, H., WERNER, P. C. & M. WODINSKI (2007): Perspektiven der Klimaänderung bis 2050 für den Weinbau in Deutschland (Klima 2050).- PIK Report - Potsdam Institute for Climate Impact Research 106: 132pp..
- STOETZEL, M.B. (1985a): Host alternation: A newly discovered attribute of the Phylloxeridae (Homoptera: Aphidoidea).- *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 87(2): 265-268.
- STOETZEL, M.B. (1985b): Pupiform larvae in the Phylloxeridae (Homoptera: Aphidoidea).- *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 87(3): 535-537.
- STOEV, K.D., DOBREVA, S.I. & G. WOSTENINEZ (1966): Über die Synthese von Aminosäuren im Wurzelsystem der Rebe.- *Vitis* 5: 265-287.
- STOLL, M., LOVEYS, B. & P. DRY (2000): Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine.- *Journal of Experimental Botany* 51: 1627-1634.
- STRASSER, H. & M. KIRCHMAIR (2006): Potential health problems due to exposure in handling and using biological control agents.- In: EILENBERG, J. & H.M.T. HOKKANEN (Eds.): *An Ecological and societal approach to biological control.*- Springer, Dordrecht: 275-293.
- STRASSER, H., FORER, A. & F. SCHINNER (1996): The optimization of nutrient media toward the identification and achievement of virulence of *Beauveria brongniartii*.- In: JACKSON, T & T. GLARE (eds.): *Microbial control of soil dwelling pests.*- AgResearch, Lincoln: 125-130.
- STRAUß, M. (2005): Tiefenlockerung im Weinbau aus gerätetechnischer Sicht: Im Rausch der Tiefe.- *Das Deutsche Weinmagazin* 6: 8-10.
- STURM, M., JR, STURM, M. & G. EISENBEIS (2002): Recovery of the biological activity in a vineyard soil after landscape redesign: A three year study using the bait-lamina method.- *Vitis* 41(1): 43-45.

- SUZZI, G., ROMANO, P., PONTI, I. & C. MONTUSCHI (1995): Natural wine yeasts as biocontrol agents.- *Journal of Applied Bacteriology* 78: 304-308.
- THÜMEN, F. VON (1877): *Roesleria hypogaea*, ein unterirdischer Feind des Weinstocks.- *Wiener landwirtschaftliche Zeitung* 44: 501-502.
- TIBBETTS T. J. & F. W. EWERS (2000): Root pressure and specific conductivity in temperate lianas: exotic *Celastrus orbiculatus* (Celastraceae) vs. native *Vitis riparia* (Vitaceae).- *Botany* 87(9): 1272-1278.
- TIMM, U. (1988): Kalkstickstoff – Ein altbewährter Dünger für die moderne Landwirtschaft.- *Der Pflanzenarzt*.
- TOPI, M. (1929): Über die Existenz verschiedener Reblausrassen und über ihre vermeintlichen unterscheidenden Eigenschaften.- *Sonderdruck aus Wein und Rebe* 1929: 1-14.
- TRÄNKNER, A. (2005): Use of agricultural and municipal organic wastes to develop suppressiveness to plant pathogens.– (in: Tjamos, E.C., Papavizas, G.C., Cook, R.J. (Eds.): *Biological Control of Plant Diseases. Progress and Challenges for the Future*. NATO ASI (Advanced Science Institutes) Series. Series A: Life Sciences) 230: 35-42.
- TROITZKY, N.N. (1929): Einige Beiträge zum gegenwärtigen Stand der Reblausfrage in Osteuropa.- *Das Weinland, Jahrgang* 1929: 375-380.
- TROOST, G. (1980): *Technologie des Weines*.- Ulmer Verlag: 1057pp.
- TURLEY, M.; GRANETT, J.; OMER, A. D.; DE BENEDICTIS, J. A. (1996): Grape phylloxera (Homoptera: Phylloxeridae) temperature threshold for establishment of feeding sites and degree-day calculations.- *Environmental Entomology* 25 (2): 842-847.
- VÄNNINEN, I., TYNI-JUSLIN, J. & H. HOKKANEN (2000): Persistence of augmented *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Finnish agricultural soils.- *Biocontrol* 45(2): 201-222.
- VAN HEESWIJCK, R., BONDAR, A., CROSER, L., FRANKS, T., KELLOW, A. & K. POWELL (2003): Molecular and cellular events during the interaction of phylloxera with grapevine roots.- *Acta Horticulturae* 617: 13-16.
- VANEGAS, F., BRATANOV, D., POWELL, K., WEISS, J. & F. GONZALEZ (2018A): A Novel Methodology for Improving Plant Pest Surveillance in Vineyards and Crops Using UAV-Based Hyperspectral and Spatial Data.- *Sensors* 2018, 18(1):260.
- VANEGAS, F., BRATANOV, D., POWELL, K., WEISS, J. & F. GONZALEZ (2018B): Improving Pest Surveillance in Vineyards through drones, Hyperspectral and Spatial Data.- *wWine & viticulture Journal* :42-52.
- VANNACCI, G., TRIOLO, E. & G. LORENZINI (1984): First report on the microflora associated to grapevine roots infested by phylloxera.- *Riv. Ortoflorofruitt. It.* 68: 21-23.
- VANNACCI, G. & M.L. GULLINO (2000): Use of biocontrol agents against soil-borne pathogens: results and limitations.- *Acta Horticulturae* 532: 79-87.
- VÉGHÉLYI, K. (1989): The isolation and characteristics of *Roesleria hypogaea* Thüm. et Pass.- *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 24 (3-4): 293-299.
- VERONA, O. (1970): Der Einfluß des Kalkstickstoffs auf einige Gruppen von niederen Pilzen.- *Landwirtschaftliche Forschung* 23: 35-52.

- VESTERGAARD, S., BUTT, T.M., GILLESPIE, A.T., SCHREITER, G. & J. EILENBERG (1995): Pathogenicity of the hyphomycete fungi *Verticillium lecanii* and *Metarhizium anisopliae* to the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*.- *Biocontrol Science and Technology* 5: 185-192. Zitiert aus: INGLIS, G.D., GOETTEL, M.S., BUTT, T.M. & H. STRASSER (2001): Use of hyphomycetous fungi for managing insect pests.- In: BUTT, T.M., JACKSON, C.W. & N. MAGAN (Eds.): *Fungi as biocontrol agents*.- CABI Publishing, Wallingford: 23-69.
- VILSMEIER, K. & A. AMBERGER (1988): Aufnahme und Metabolismus von ¹⁵N-markiertem Cyanamid durch Rebstecklinge.- *Vitis* 27: 223-228.
- VORWERK, S. (2002): Nachweis endosymbiontischer Mikroorganismen in Rebläusen (*Daktulosphaira vitifoliae*, FITCH) mit molekularbiologischen Methoden – Diplomarbeit, Universität Hohenheim.
- VORWERK, A. & A. FORNECK (2006): Reproductive mode of grape phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*, Homoptera: Phylloxeridae) in Europe: molecular evidence for predominantly asexual populations and a lack of gene flow between them.- *Genome* 49: 678-687.
- VORWERK, S., BLAICH, R. & A. FORNECK (2004): Genetic variation within parthenogenetic lineages of grape phylloxera-adaptational and mutational processes – Parthenogenesis network 2002 – 2005, PARTNER Workshop, Diversity in asexuals: Patterns and processes.
- WALKER, R. R., CLINGELEFFER, P.R., KERRIDGE, G. H. RÜHL, E. H., NICHOLAS, P. R. & D. H. BLACKMORE (1998): Effects of the rootstock Ramsey (**Vitis champini**) on ion and organic acid composition of grapes and wine, and on wine spectral characteristics.- *Australian Journal of Grape and Wine Research* 4: 100-110.
- WANG, X., QI, W., WANG, X. & H. ZHAI. (2005): Fertilizer efficiency of three organic manures on Red Globe grapevine.- *Sino-Overseas Grapevine & Wine* : 24-27.
- WEBER, K. (1984): Die Rebwurzel - Grundlagen für optimale Kulturmaßnahmen.- *Der Badische Winzer* 2: 74-89.
- WEBER, E., DE BENEDICTIS, J., SMITH, R. & J. GRANETT (1996): Enzone does little to improve health of phylloxera-infested vineyards.- *California Agriculture* 50: 19-23.
- WERMELINGER, B. & W. KOBLET (1990): Seasonal growth and nitrogen distribution in grapevine leaves, shoots and grapes.- *Vitis* 29: 15-26.
- WEYAND, K. & H.R. SCHULTZ (2006): Long-term dynamics of nitrogen and carbohydrate reserves in woody parts of minimally and severely pruned Riesling vines in a cool climate.- *American Journal of Enology and Viticulture* 57: 172-182.
- WHEELER, S. J., BLACK, A. S. & G. J. PICKERING, (2005): Vineyard floor management improves wine quality in highly vigorous **Vitis vinifera** Cabernet Sauvignon in New Zealand.- *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 33 (3): 317-328.
- WILBOIS, KLAUS-PETER; SCHWAB, ANDREAS; FISCHER, HOLGER; BACHINGER, JOHANN; PALME, STEFAN; PETERS, HEINER; DONGUS, SARA (1995) Leitfaden für Praxisversuche- Eine Anleitung zur Planung, Durchführung und Auswertung von Praxisversuchen.- Hrs. FiBL Deutschland e.V.: 1.- 47.

- WILDMAN, W.E., NAGAOKA, R.T. & L.A. LIDER (1983): Monitoring spread of grape phylloxera by color infrared aerial photography and ground investigation.- *Am. J. Enol. Vitic.* 34 (2): 83-94.
- WILHELM, A. (1996): Chlorose: Vorbeugen ist einfacher als heilen.- *Das Deutsche Weinmagazin*, 8: 29-30.
- WILSON, M. (1997a): Biocontrol of aerial plant diseases in agriculture and horticulture: current approaches and future prospects.- *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 19(3): 188-191.
- WILSON, C.L. (1997b): Biological control and plant diseases - a new paradigm.- *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* 19: 158-159.
- WOLFF, M. (1997): Begrünung im ökologischen Weinbau. Fruchtbarer Boden im Weinberg.- *Der Badische Winzer* 3: 23-25, 28.
- WOODHAM, R.C. & D. MCE. ALEXANDER (1966): The effect of root temperature on development of small fruiting sultana vines.- *Vitis* 5: 345 - 350.
- WÜNSCH, A. & A. AMBERGER (1974): Aufnahme und Metabolismus von ¹⁵N-markiertem Cyanamid durch Rebstecklinge.- *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 72(4): 359-366.
- WÜRDIG, G & R. WOLLER (1989): *Chemie des Weines*.- Ulmer Verlag: 928 pp.
- WUNDERER, W., FARDOSSI, A & J. SCHMUCKENSCHLAGER (2000): Klonenvergleich mit der Rebsorte Neuburger.- *Der Winzer* 56 (2): 20-23.
- ZANATHY, G., LOEHNERTZ, O., B. PRIOR (1996): The influence of nitrogen fertilization on the shoot growth of grapevine.- *Magyar Szoeloe- es Borgazdasag* 6(2): 10-12.
- ZIEGLER, B. (1991): Organische Düngung im Weinbau.- *Weinwirtschaft Anbau* 1: 14-17.
- ZIEGLER, B. (2002a): Selektion-Qualitätsmanagement, Teil 1: Qualitätsernährung ist keine Völlerei.- *Das Deutsche Weinmagazin* 6: 16-19.
- ZIEGLER, B. (2002b): Stickstoff(N)-Düngung: Die ständige Gradwanderung.- *Das Deutsche Weinmagazin* 8: 26-32.
- ZIEGLER, B. (2002c): Düngung planen - keine "Mission impossible".- *Der Deutsche Weinbau* 5: 14-19.
- ZIEGLER, B. (2004a): Humusdünger gehören auf den Prüfstand.- *Der Deutsche Weinbau* 1: 32-37.
- ZIEGLER, B. (2004b): Bodenzustand: Kontrolle ist besser!.- *Das Deutsche Weinmagazin* 4: 32-33.
- ZIEGLER, B. (2005): Überlegungen zur Rebendüngung: 08/15 ist nicht mehr aktuell?.- *Das Deutsche Weinmagazin* 7: 14-17.
- ZIEGLER, B. (2006): Harmonie auch bei der Düngung.- *Das Deutsche Weinmagazin* 10: 29-33.
- ZIEGLER, B. (2007): Rebendüngung 2007 - Was ist zu beachten?.- *Die Winzer-Zeitschrift* 22 (5): 32-34.
- ZIEGLER, B. & M. RIEDEL (2007): Rebendüngung 2007: Gut gedüngt.- *Das Deutsche Weinmagazin* 5: 22-25.
- ZORN, W., MARKS, G., HEß, H. & BERGMANN, W. (2007): *Handbuch zur visuellen Diagnose von Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen*.- Verlag Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

- ZUFFEREY, V. & F. MURISIER (1996): Bud load of grapevine and light microclimate of foliage.- *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 28: 139-141.
- ZUFFEREY, V., MURISIER F. & H. R. SCHULTZ (2000): A model analysis of the photosynthetic response of *Vitis vinifera* L. cvs Riesling and Chasselas leaves in the field: I. Interaction of age, light and temperature.- *Vitis* 39: 19-26.
- ZUFFEREY, V. & D. MAIGRE (2007): Vine plant age. I. Influence on physiological behaviour.- *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 39 (4): 257-261.
- ZWEIGELT, F. (1916): Zur Frage der Reblausfestigkeit amerikanischer Reben.- *Allgemeine Wein-Zeitung* 50: 403-406.
- ZWEIGELT, F. (1940): Die Gallenbildung im Lichte der Spezialisierung und Immunität.- *Biologia generalis* 16: 573-592.

7 Abbildungsverzeichnis

Abb. 21-1:	Schematische Darstellung des Aufbaus eines Rebstocks	5
Abb. 23-1:	Reblausbonitursystem - Grabungspunkte zur Probennahme im Freiland.	13
Abb. 25-1:	Versuchsflächenübersicht der Versuchsflächen im Anbaugebiet Rheingau	29
Abb. 25-2:	Versuchsfläche Herxheim im Rahmen der Validierung des Rebwuchsbonitursystems.	35
Abb. 31-1:	Faktorenanalyse zur Validierung des Bonitursystems. Datenwerte der Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville aus den Jahren 1998 und 1999 sowie einer Versuchsfläche im Anbaugebiet Pfalz (Herxheim) aus dem Jahr 2008.	40
Abb. 31-2:	Frischgewichte des ein- und zweijährigen Holzes in Abhängigkeit von den Wuchsklassen auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (MTh), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999.	43
Abb. 31-3:	Trockengewichte des ein- und zweijährigen Holzes in Abhängigkeit von den Wuchsklassen auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (MTh), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999.	46
Abb. 31-4:	Stockertrag in Abhängigkeit von den Wuchsklassen auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (MTh), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 und der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008.	47
Abb. 31-5:	Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Blüte auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.	49
Abb. 31-6:	Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Veraison auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.	50
Abb. 31-7:	Chlorophyllgehalt der Rebblätter zur Lese auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.	51
Abb. 31-8:	Anzahl der Kümmertriebe je Rebstock auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.	55

Abb. 31-9:	Mostgewicht (°Oechsle) der Rebstöcke auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1 (Spb), Kiedrich 2 (Mth), Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 und der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008 in Abhängigkeit von Wuchsklassen.	57
Abb. 31-10:	Ergebnisse der Einzelstockwuchsbonituren auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997 bis 2008.	59
Abb. 31-11:	Ergebnisse der Einzelstockwuchsbonituren auf der Versuchsfläche Kiedrich in den Jahren 1997 bis 2008.	60
Abb. 31-12:	Flächenkonturenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997 bis 2008.	62
Abb. 31-13:	Flächenkonturenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich in den Jahren 1997 bis 2008.	63
Abb. 31-14:	Flächenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997 bis 2008.	65
Abb. 31-15:	Flächenplots des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich in den Jahren 1997 bis 2008 nicht normiert auf Wuchsklassenumfang.	66
Abb. 31-16:	Ergebnisse der Wuchsbonitur auf der Adaptationsanlage Hochheim des Fachgebiets Rebenzüchtung und Rebenveredlung der Forschungsanstalt Geisenheim (Anlagenbetreuung Dr. J. Schmid).	68
Abb. 31-17:	Ergebnisse der Wuchsbonitur auf der Adaptationsanlage Hattenheim des Fachgebiets Rebenzüchtung und Rebenveredlung der Forschungsanstalt Geisenheim (Anlagenbetreuung Dr. J. Schmid).	69
Abb. 32-1:	Ergebnisse der Validierung des Bonitursystems. Alte (a.) und neue Nodositäten (b.), Rebläuse aller Stadien (c.) und Reblauseier (d.) je Gramm Wurzelfrisch- bzw. trockenmasse und Boniturklasse.	97
Abb. 32-2:	Befallsintensität (I; %) und Bodentemperatur	99
Abb. 3311-1:	Boden-pH-Werte der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm.	101
Abb. 3311-2:	Humusgehalt des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in einer Tiefe von 1 - 30 cm [%].	102
Abb. 3311-3:	Stickstoffgehalt (NO ₃ -N) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [kg/ha].	103
Abb. 3311-4:	Phosphatgehalt (P ₂ O ₅) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].	105

Abb. 3311-5:	Kaliumgehalt (K_2O) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm	107
Abb. 3311-6:	Magnesiumgehalt (MgO) des Bodens der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm	109
Abb. 3311-7:	Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	111
Abb. 3311-8:	Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	112
Abb. 3311-9:	Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	113
Abb. 3311-10:	Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].	115
Abb. 3311-11:	Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].	116
Abb. 3311-12:	Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].	118
Abb. 3311-13:	Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM].	119
Abb. 3311-14:	Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM].	121
Abb. 3311-15:	Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	122
Abb. 3311-16:	Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].	124
Abb. 3311-17:	Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].	125
Abb. 3311-18:	Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Geisenheim zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].	126

Abb. 3312-1:	Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].	128
Abb. 3312-2:	Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].	129
Abb. 3312-3:	Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Augenzahl je m ² Standraum].	130
Abb. 3312-4:	Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Augenzahl je m ² Standraum].	131
Abb. 3312-5:	Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Anzahl (Kümmer-)Triebe je Stock].	132
Abb. 3312-6:	Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Anzahl (Kümmer-)Triebe je Stock].	133
Abb. 3312-7:	Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [Anzahl Triebe je m ² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenes Auge].	134
Abb. 3312-8:	Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [Anzahl Triebe je m ² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenes Auge].	135
Abb. 3312-9:	Triebblängen auf der Versuchsfläche Geisenheim am 03.06., 17.06. und 23.06. 1998 [cm].	137
Abb. 3312-10:	Triebblängen auf der Versuchsfläche Geisenheim am 28.05. und 17.06. 1999 [cm].	138
Abb. 3312-11:	Absolute und prozentuale Triebblängenzuwächse auf der Versuchsfläche Geisenheim zwischen den Vergleichsterminen 03.06., 17.06. und 23.06. 1998 [cm; %].	141
Abb. 3312-12:	Absolute und prozentuale Triebblängenzuwächse auf der Versuchsfläche Geisenheim zwischen den Vergleichsterminen 28.05. und 17.06. 1999 [cm; %].	142
Abb. 3312-13:	Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g; %].	143
Abb. 3312-14:	Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [g; %].	144
Abb. 3312-15:	Chlorophyllgehalt der Reblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998.	145
Abb. 3312-16:	Chlorophyllgehalt der Reblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999.	146

- Abb. 3312-17:** Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 148
- Abb. 3312-18:** Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 149
- Abb. 3312-19:** Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [°Oechsle; g/l]. 150
- Abb. 3312-20:** Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [°Oechsle; g/l]. 151
- Abb. 3312-21:** Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g/m² Standraum Rebe; Anzahl; %]. 152
- Abb. 3312-22:** Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g/m²; Anzahl; %]. 153
- Abb. 3312-23:** Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je angeschnittenem Auge und Ertrag je ausgetriebenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998 [g]. 154
- Abb. 3312-24:** Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je angeschnittenem Auge und Ertrag je ausgetriebenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999 [g]. 155
- Abb. 3312-25:** Relative Traubenanzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998. 156
- Abb. 3312-26:** Relative Traubenanzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998. 157
- Abb. 3312-27:** Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998. 159
- Abb. 3312-28:** Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999. 160
- Abb. 3312-29:** Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und

	zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1998.	162
Abb. 3312-30:	Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Geisenheim im Jahr 1999.	163
Abb. 3313-1a:	Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.	165
Abb. 3313-1b:	Analyse des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.	170
Abb. 3314-1:	Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.	172
Abb. 3314-2:	Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.	173
Abb. 3314-3:	Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1998 auf der Versuchsfläche Geisenheim.	175
Abb. 3314-4:	Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.	176
Abb. 3314-5:	Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.	177
Abb. 3314-6:	Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1999 auf der Versuchsfläche Geisenheim.	178
Abb. 3321-1:	Boden-pH-Werte der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm.	180
Abb. 3321-2:	Humusgehalt des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in einer Tiefe von 1 - 30 cm [%].	182
Abb. 3321-3:	Stickstoffgehalt (NO ₃ -N) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [kg/ha].	183
Abb. 3321-4:	Phosphatgehalt (P ₂ O ₅) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].	185
Abb. 3321-5:	Kaliumgehalt (K ₂ O) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].	187

Abb. 3321-6:	Magnesiumgehalt (MgO) des Bodens der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999 in den Tiefen 0 - 30 cm, 30 - 60 cm und 60 - 90 cm [mg/100 g TG Boden].	189
Abb. 3321-7:	Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	191
Abb. 3321-8:	Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	192
Abb. 3321-9:	Der Versorgungsstand mit Stickstoff der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	193
Abb. 3321-10:	Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].	194
Abb. 3321-11:	Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].	195
Abb. 3321-12:	Der Versorgungsstand mit Phosphor der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% P / TM].	196
Abb. 3321-13:	Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM].	197
Abb. 3321-14	Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% K / TM].	199
Abb. 3321-15:	Der Versorgungsstand mit Kalium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% N / TM].	200
Abb. 3321-16:	Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Blüte in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].	202
Abb. 3321-17:	Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Veraison in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].	203
Abb. 3321-18:	Der Versorgungsstand mit Magnesium der Rebstöcke der Versuchsfläche Kiedrich 1 zur Lese in den Jahren 1998 und 1999 [% Mg / TM].	204
Abb. 3322-1:	Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].	205
Abb. 3322-2:	Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Augen je Rebstock, Austriebsquote].	206

Abb. 3322-3:	Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Augenzahl je m ² Standraum].	208
Abb. 3322-4:	Relativer Anschnitt auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Augenzahl je m ² Standraum].	209
Abb. 3322-5:	Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Anzahl (Kümmer-) Triebe je Stock].	210
Abb. 3322-6:	Anzahl der Triebe und Kümmertriebe je Rebstock auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Anzahl (Kümmer-) Triebe je Stock].	211
Abb. 3322-7:	Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [Anzahl Triebe je m ² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenem Auge].	212
Abb. 3322-8:	Relative Triebzahlen je Quadratmeter Standraum und je Auge auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [Anzahl Triebe je m ² Standraum; Anzahl Triebe je angeschnittenes Auge; Anzahl Triebe je ausgetriebenem Auge].	214
Abb. 3322-9:	Triebblängen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 am 02.06., 17.06. und 10.07. 1998 [cm].	216
Abb. 3322-10:	Triebblängen auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 am 28.05. und 17.06.1999 [cm].	218
Abb. 3322-11:	Absolute und prozentuale Triebblängenzuwächse auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zwischen den Vergleichsterminen 02.06., 17.06. und 10.07. 1998 [cm; %].	221
Abb. 3322-12:	Absolute und prozentuale Triebblängenzuwächse auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 zwischen den Vergleichsterminen 28.05. und 17.06.1999 [cm; %].	222
Abb. 3322-13:	Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g; %].	224
Abb. 3322-14:	Gipfellaubgewicht - Frischgewicht, Trockengewicht und Trockengewichtsanteil - der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [g; %].	225
Abb. 3322-15:	Chlorophyllgehalt der Reblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998.	226
Abb. 3322-16:	Chlorophyllgehalt der Reblätter zur Blüte, Veraison und Lese auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999.	227
Abb. 3322-17:	Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998	229

- Abb. 3322-18:** Beeren- und Traubenparameter - 100-Beerengewicht, Traubengewicht, Anzahl Beeren je Traube - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 230
- Abb. 3322-19:** Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [°Oechsle; g/l]. 231
- Abb. 3322-20:** Mostparameter - Mostgewicht, Mostsäure und Most-pH-Wert - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [°Oechsle; g/l]. 232
- Abb. 3322-21:** Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g/m² Standraum Rebe; Anzahl; %]. 234
- Abb. 3322-22:** Ertragsparameter - Relativer Ertrag je Quadratmeter Standraum, Traubenanzahl und Botrytisbefall - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [g/m²; Anzahl; %]. 235
- Abb. 3322-23:** Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je ausgetriebenem Auge und Ertrag je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g]. 237
- Abb. 3322-24:** Relativer Ertrag - Ertrag je Trieb, Ertrag je angeschnittenem Auge und Ertrag je ausgetriebenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998 [g]. 238
- Abb. 3322-25:** Relative Traubenzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998. 240
- Abb. 3322-26:** Relative Traubenzahl - Traubenanzahl je Trieb, Traubenanzahl je ausgetriebenem Auge und Traubenanzahl je angeschnittenem Auge - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999 [g]. 241
- Abb. 3322-27:** Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998. 242
- Abb. 3322-28:** Teilschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen Holzes, Frischgewicht des zweijährigen Holzes und Trockengewicht des zweijährigen Holzes - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999. 243
- Abb. 3322-29:** Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1998. 245

Abb. 3322-30:	Gesamtschnittholzgewicht - Frischgewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes, Trockengewicht des einjährigen und zweijährigen Holzes und Trockengewichtanteil (Feuchte) - auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 im Jahr 1999.	246
Abb. 3323-1a:	Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1997, 1998 und 1999.	247
Abb. 3323-1b:	Analyse des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1997, 1998 und 1999.	251
Abb. 3323-2:	Analyse der Veränderung des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Jahren 1997 bis und 1999.	252
Abb. 3324-1:	Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.	253
Abb. 3324-2:	Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1998.	254
Abb. 3324-3:	Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1998 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1.	255
Abb. 3324-4:	Reblausbefallshäufigkeit [%] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.	256
Abb. 3324-5:	Reblausbefallsintensität [Klasse] auf der Versuchsfläche Kiedrich 1 in den Monaten Juni, Juli, August und September im Jahr 1999.	257
Abb. 3324-6:	Gesamtreblausbefall - Befallsintensität [Klasse] und Häufigkeit [%] - des Jahres 1999 auf der Versuchsfläche Kiedrich 1.	258

8 Tabellenverzeichnis

Tab. 23-1:	Bewertungsschema für den Reblausbefall (PORTEN & HUBER 2003).	13
Tab. 23-2:	Schema zur Beurteilung des Wuchses von Rebstöcken	15
Tab. 24-1:	Versuchsvarianten im Rahmen der Freilandversuche Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall den Ertragsanlagen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Rüdesheim und Eltville in den Jahren 1998 und 1999.	20
Tab. 24-2:	Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Geisenheim in den Jahren 1998 und 1999.	23
Tab. 24-3:	Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Kiedrich 1 in den Jahren 1998 und 1999	24
Tab. 24-4:	Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Kiedrich 2 in den Jahren 1998 und 1999	25
Tab. 24-5:	Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999	26
Tab. 24-6:	Untersuchungs- und Probennahmezeitpunkte im Rahmen der Freilandversuche zur Wirkung von Bewirtschaftungs- und Düngemaßnahmen auf Rebwuchs und Reblausbefall in der Ertragsanlage Eltville in den Jahren 1998 und 1999	27
Tab. 25-1:	Bodenkennwerte der Versuchsflächen im Anbaugebiet Rheingau nach LÖHNERTZ et al. 2004.	30
Tab. 25-2:	Angaben zu Bewirtschaftungsmaßnahmen während der Versuchsdurchführung	36
Tab. 31-1:	Mittlere sortenunabhängige Ertragsminderung bzw. -steigerung des am Standort zu erzielenden Maximalertrags normalwüchsiger Reben bei Reben der verschiedenen Wuchsklassen ermittelt auf den Versuchsflächen Geisenheim, Kiedrich 1, Kiedrich 2, Eltville und Rüdesheim in den Jahren 1998 und 1999 sowie der Versuchsfläche Herxheim im Jahr 2008.	67

Tab. 31-2:	Note, Kurzbeschreibung und Charakterisierung der Klassen des Rebwuchsbonitursystems.	72
Tab. 32-1:	Ergebnisse der Auszählung zur Validierung des Bonitursystems	96
Tab. 32-2:	Statistische Auswertung der Validierungszählungen unter Verwendung des nichtparametrischen Mann-Whitney U-Tests.	96
Tab. 3313-1:	Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.	166
Tab. 3323-1:	Bonituren des Rebwuchses auf der Versuchsfläche Geisenheim in den Jahren 1997, 1998 und 1999.	248
Tab. 431-1:	Eignung der Analyseparameter zur Darstellung der Belastungsniveaus bei einer Rebanlage, von lokalen Rückgangerscheinungen und des Wuchses einer Rebanlage	399

9 Anhang

Der Anhang ist mit fortlaufendem Inhaltsverzeichnis in Band 2 veröffentlicht.

Wissenschaftlicher Werdegang

Persönliche Angaben

Name: Matthias Johannes Porten

Anschrift: Medardusstr. 54
54346 Mehring/Mosel

Geburtsdatum: 27.04.1968 in Trier

DLR Mosel:

01/2018-
10/2017-
03/2017-10/2017
08/2015- 03/2017
06/2004-

Landwirtschaftsdirektor
Schulleiter der BBS Weinbau am DLR Mosel
Abteilungsleiter der Abteilung Weinbau und Oenologie des DLR Mosel
Gruppenleiter Weinbau, DLR Mosel u. Stellvertretung des Abteilungsleiters der Abteilung Weinbau und Oenologie am DLR Mosel
kom. Gruppenleiter Weinbau, DLR Mosel
Berater, Lehrer u. Arbeitsgruppenleiter
Leiter des Forschungsbereichs im DLR Mosel in Zusammenarbeit mit dem JKI-OW in Siebeldingen
Leiter Arbeitsgruppe Weinmarketing (bis 2007)
Coaching von Fass- und Traubenvermarktenden Betrieben
Leiter Arbeitsgruppe Steillagenteknik und Betriebswirtschaft
Berufsschule
Unterricht: Weinbau, Rebschutz
Fachschule
Winzermeisterausbildung der LWK

Porten Consulting:

2002- 2004
Unternehmensberatung mit Tätigkeitsfeld in der Weinwirtschaft und dem oenologischen Wissenschaftsbereich

Referndariat:

05/2000- 04/2002
Landwirtschaftsreferendar SLVA Oppenheim
Abschluss: Lehrbefähigung Sekundarstufe II
Assessor der Landwirtschaft

Promotion:

04/2000 -
Titel: Validierung des vegetativen und generativen Wuchszustands von Reben in variierenden Bewirtschaftungs- und Stressbelastungssystemen

07/1997-04/2000
Angestellter der Forschungsanstalt Geisenheim

Studium:

09/1994 - 04/1997

Oenologie an der Universität Gießen
Abschluss Master: Diplom Oenologe

09/1991 - 07/1994

Weinbau und Kellerwirtschaft an der Fachhochschule Wiesbaden, Standort Geisenheim
Abschluss: Dipl.-Ing. für Weinbau und Kellerwirtschaft**Schulbildung:**

1979 - 1989

Gymnasium in Trier-Ehrang
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife