

Vorgangsmodellierung als Mittel zur Benutzerbeteiligung bei der objektorientierten Softwareentwicklung

Die Entwicklung des Instruments zur Vorgangs- Analyse (IVA)

Inaugural- Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

eines Doktors der Psychologie an der Universität Trier

vorgelegt von

Martin Cierjacks

aus Mannheim

Trier, im August 1999

1	Einleitung.....	6
2	Aufgabenanalyse in der objektorientierten Softwareentwicklung	9
2.1	Objektorientierte Softwareentwicklung	9
2.1.1	Definition Objektorientierung.....	10
2.1.2	Der Unterschied zur ablauforientierten Softwareentwicklung.....	12
2.1.3	Vorzüge und Nachteile der Objektorientierung	13
2.2	Aufgabenangemessenheit als Qualitätskriterium der Software	15
2.3	Softwareentwicklung als Abbildungsprozeß	16
2.4	Softwarelebenszyklen	17
2.4.1	Ablauforientierte Modelle.....	18
2.4.2	Objektorientierte Modelle.....	19
2.4.3	Softwareentwicklung als Arbeitsgestaltungsmaßnahme.....	22
2.4.4	Die Perspektive der parallelen Arbeitsgestaltung	23
2.5	Das Verständnisproblem der Beteiligten am Entwicklungsprozeß	25
2.5.1	Die Beteiligten	27
2.5.2	Organisationale Aspekte	28
2.5.3	Die semantische Lücke zwischen den Beteiligten	29
2.5.4	Softwareentwicklung als Problemlösungsprozeß	30
2.5.5	Benutzerzentriertes Design	32
2.6	Die Aufgabenträger als Datenquelle für Vorgänge.....	34
2.6.1	Ebenen der Modellbildung.....	36
2.6.2	Von der Aufgabe zum Vorgang	37
2.6.3	Die Definition des Vorgangs.....	39
2.7	Zusammenfassung: Subjektive Vorgangsmodelle zur Erweiterung der Datensuche für die objektorientierte Softwareentwicklung	40
3	Anforderungen an subjektive Vorgangsmodelle aus der Softwareentwicklung	43
3.1	Requirements Engineering.....	44
3.1.1	Die Kommunikationsproblematik während des Requirements Engineering	45
3.1.2	Phasen und Methoden des Requirements Engineering	47
3.2	Objektorientierte Analyse	49
3.3	Objektorientierte Modellierung: Unified Modelling Language.....	51
3.3.1	Beschreibung der UML.....	52
3.3.2	Die Modelle der UML.....	53
3.4	Untersuchungen zu Hilfsmitteln für Entwickler objektorientierter Software.....	55
3.4.1	Die zwei Befragungen der objektorientierten Softwareentwickler	56
3.4.1.1	Die Sichtweise der Neulinge	56
3.4.1.2	Bedürfnisse der Experten (Fortange, 1997).....	60
3.4.2	Diskussion der Ergebnisse der Befragungen der Softwareentwickler	66
3.5	Zusammenfassende Formulierung der Anforderungen aus der (objektorientierten) Softwareentwicklung	68
4	Anforderungen an subjektive Vorgangsmodelle aus der Arbeitspsychologie	70
4.1	Handlungstheoretische Grundlagen	70
4.1.1	Handlungsregulationstheorie	71
4.1.2	Cognitive- Engineering- Ansatz.....	9
4.2	Soziotechnische Grundlagen.....	76
4.3	Arbeitsanalyse zur Arbeitsgestaltung	77
4.3.1	Psychologische Arbeitsanalyseverfahren	79
4.3.1.1	Methoden zur Arbeitsanalyse.....	79

4.3.1.2	Instrumente der psychologischen Arbeitsanalyse.....	81
4.3.1.3	Ganzheitliche Ansätze.....	85
4.3.2	Arbeitsgestaltung	86
4.4	Beteiligung ermöglichen.....	89
4.4.1	Gründe gegen eine computerisierte Anwendung eines Instruments zur Abbildung subjektiver Vorgangsmodelle	90
4.5	Zusammenfassende Formulierung der Anforderungen aus der Arbeitspsychologie ..	91
5	IVA	93
5.1	Erhebungsverfahren von IVA	94
5.1.1	Eigenschaften der Legetechnik	95
5.1.2	Eigenschaften des strukturierten Interviews	96
5.2	Elemente von Vorgangsmodellen in IVA.....	96
5.2.1	Die Grundelemente	97
5.2.1.1	Arbeitsschritt	97
5.2.1.2	Vorbedingungen	97
5.2.1.3	Gegenstand	98
5.2.1.4	Werkzeug	98
5.2.1.5	Verzweigung	99
5.2.1.6	Merkmal	99
5.2.1.7	Überschrift.....	100
5.2.1.8	Zusammenfassende Ordnung der Elemente von IVA	100
5.2.2	Der Handlungsabschnitt.....	100
5.3	Ablauf der Datenerhebung mit IVA	103
5.3.1	Vorbereitung der Untersuchung.....	103
5.3.2	Erhebung des Vorgangsmodells.....	104
5.3.2.1	Begrüßung	104
5.3.2.2	Erläuterung des Ablaufs/der Strukturlegetechnik	105
5.3.2.3	Erhebung des Aufgabenmodells.....	105
5.3.2.4	Beschreibung von Ausgangs- und Zielsituation.....	105
5.3.2.5	Detailanalyse	105
5.3.2.6	Einbettung in das Vorgangsmodell	106
5.3.2.7	Überprüfung und Festlegen eines neuen Termins	106
5.3.2.8	Modell transportfähig machen.....	107
5.3.3	Ausarbeitung des Vorgangsmodells durch den Interviewer.....	107
5.3.4	Vervollständigung des Vorgangsmodells	108
5.3.4.1	Begrüßung/Erläuterung des Ablaufs	109
5.3.4.2	Verständnisfragen des Interviewers	109
5.3.4.3	Überprüfung des Aufgabenmodells/Konsensuale Validierung	109
5.3.4.4	Alternativen der Auftragsbearbeitung	109
5.3.4.5	Überprüfung der Einbettung in das Vorgangsmodell und Alternativen der Vorgangsgestaltung	109
5.3.4.6	Abschluß.....	110
5.3.5	Dokumentation des Aufgabenmodells durch den Interviewer.....	110
5.4	Zusammenfassende Bewertung der berücksichtigten Anforderungen an IVA	110
6	Validierung von IVA	114
6.1	Validierung von Modellen in der Softwareentwicklung.....	114
6.2	Validierung von sozialwissenschaftlichen Instrumenten.....	116
6.2.1	Klassische Testgütekriterien bei IVA	116
6.2.1.1	Objektivität.....	116
6.2.1.2	Reliabilität	117

6.2.1.3	Validität.....	118
6.2.1.4	Zusammenfassende Bewertung der klassischen Gütekriterien für IVA.....	119
6.2.2	Gütekriterien für qualitative Verfahren.....	119
6.2.2.1	Verfahrensdokumentation	120
6.2.2.2	Argumentative Interpretationsabsicherung	121
6.2.2.3	Regelgeleitetheit.....	121
6.2.2.4	Nähe zum Gegenstand.....	122
6.2.2.5	Kommunikative Validierung.....	123
6.2.2.6	Triangulation	123
6.2.3	Überprüfungsbedarf für IVA.....	124
6.2.3.1	Thesen zur Verfahrensdokumentation.....	124
6.2.3.2	Thesen zur argumentativen Interpretationsabsicherung.....	125
6.2.3.3	Thesen zur Regelgeleitetheit	125
6.2.3.4	Thesen zur Nähe zum Gegenstand	125
6.2.3.5	Thesen zur kommunikativen Validierung	126
6.2.3.6	Thesen zur Triangulation	126
6.2.3.7	Anforderungen für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung	127
6.3	Empirische Befunde zu IVA.....	128
6.3.1	Erste Tauglichkeitsüberprüfungen	128
6.3.1.1	Fragestellung	129
6.3.1.2	Methode.....	131
6.3.1.3	Ergebnisse	133
6.3.1.4	Diskussion	139
6.3.2	MIKE trifft IVA	141
6.3.2.1	Zielsetzung	143
6.3.2.2	Methode.....	144
6.3.2.3	Ergebnisse	150
6.3.2.4	Diskussion	153
6.3.3	IVA und andere Arbeitsbeschreibungen	155
6.3.3.1	Zielsetzung	156
6.3.3.2	Methode.....	157
6.3.3.3	Ergebnisse	160
6.3.3.4	Diskussion	164
6.3.4	Modellierungsexperten und -laien	167
6.3.4.1	Fragestellung	168
6.3.4.2	Methode.....	170
6.3.4.3	Ergebnisse	176
6.3.4.4	Diskussion	185
6.3.5	Prüfkriterienspezifische Diskussion der Ergebnisse	189
6.4	Fazit Erprobung	196
6.4.1	Fazit Verfahrensdokumentation von IVA.....	196
6.4.2	Fazit argumentative Interpretationsabsicherung von IVA	197
6.4.3	Fazit Regelgeleitetheit von IVA.....	198
6.4.4	Fazit Nähe zum Gegenstand von IVA	199
6.4.5	Fazit Kommunikative Validierung von IVA.....	200
6.4.6	Fazit Triangulation von IVA.....	201
6.4.7	Fazit Anforderungen aus der objektorientierten Softwareentwicklung	201
7	Relevanz von IVA in der objektorientierten Softwareentwicklung.....	203
7.1	Stellung von IVA zu anderen Verfahren	210

7.2	Forschungsperspektiven für IVA.....	211
8	Literaturangaben	214
	Anhang I: IVA.....	232
	Anhang I: Validierungsinstrumente	242
	Anhang II	244

1 Einleitung

Arbeit mit Computern hat längst in die entlegensten Domänen der Arbeitswelt Einzug gehalten. Immer mehr Abläufe werden sowohl durch universelle, wie auch durch speziell angepasste Software unterstützt (Woods, 1993). Deshalb wird Softwareentwicklung immer bedeutsamer. Im Zuge der Anstrengungen um immer mehr Qualität in Gewerbe und Dienstleistungen tritt das Bemühen um Software, die fehlerfrei und korrekt die betrieblichen Abläufe unterstützt, in den Vordergrund. In der Softwareentwicklung finden formale Spezifikationen immer stärkere Beachtung, da sie eine Grundvoraussetzung für fehlerlose Software bilden (Wing, 1990).

Allerdings ist man sich in der einschlägigen Literatur einig, daß es keine universell gültige Lösung für effiziente Softwareentwicklung gibt: die „*Silver Bullet*“ (Brooks, 1990) zur Beendigung aller Probleme der Softwareingenieure fehlt.

Momentan wird versucht, den Ansprüchen an eine Steigerung der Produktivität hinsichtlich der Quantität und Qualität der Softwareproduktion (vgl. Oesterreich, 1997; Booch, 1994; Jacobson, Christerson, Jonsson, & Övergaard, 1992) durch objektorientierte Softwareentwicklung gerecht zu werden. Der Siegeszug der Objektorientierung konnte auch nicht dadurch gebremst werden, daß sich hierzu unterschiedliche Sichtweisen herausgebildet hatten (Jacobson et al., 1992; Booch, 1994; Coad & Yourdan, 1991; Rumbaugh, Blaha, Premerlani, Eddy, & Lorenson, 1993). Endlich kristallisieren sich auch in der objektorientierten Softwareentwicklung einheitliche Standards heraus. In Bezug auf die objektorientierte Modellierung besteht dieser Standard in der Einführung der Unified Modelling Language (UML; Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 1997), mit dem Ziel eine einheitliche Modellierung möglich zu machen. Zur Konstruktion der UML wurde die Gemeinschaft der Softwareentwickler aufgefordert, sich via Internet an der Ausgestaltung zu beteiligen, um mehr Verfahrenssicherheit in der Entwicklung von Programmen und eine große Akzeptanz des Verfahrens zu garantieren. Dabei sind die gängigen Verfahren zu einer bunten Menge an objektorientierten Analysemethoden und -modellen zusammengefügt worden, die komfortabel ineinander überführbar sind.

Bei allen Standards, die durch die UML gesetzt werden, und der Akzeptanz, die sie als Modellsprache genießt, bleibt eine Frage offen, die auch die vorhergehenden Analyseverfahren nur unzureichend beantworten konnten: Auf welche Weise bekommt der Softwareentwickler Kenntnis über den Vorgang, den er mit seinem Produkt unterstützen soll?

Tatsächlich ist, bezüglich der Zeitanteile, die Kernbeschäftigung von Softwareentwicklern nicht, wie man annehmen sollte, das Programmieren von Software. Neunzig Prozent ihrer Arbeitszeit verbringen Softwareentwickler vielmehr damit herauszufinden, welche Inhalte sie in welcher Weise programmieren sollen (Raccoon, 1995). Ein großer Anteil davon wird in Gesprächen mit zukünftigen Nutznießern ihrer Programme verbracht. Genau an dieser Stelle

fehlt aber ein Werkzeug, das die Entwickler unterstützt, in strukturierter Form von den zukünftigen Benutzern Kenntnis über den Vorgang zu erhalten.

In der objektorientierten Softwareentwicklung wird das Bedürfnis nach einer Strukturierung im Kontakt mit den Benutzern eher noch verstärkt, denn zum einen beinhaltet Objektorientierung die explizite Möglichkeit zum arbeitsteiligen Vorgehen (vgl. Oesterreich, 1997). Das setzt jedoch voraus, daß unterschiedliche Entwickler im Kontakt mit den Benutzern einen Standard einhalten. Zum anderen ist das Vorgehen während der Entwicklung iterativ, die Softwareentwickler haben also nicht nur zu Anfang des Entwicklungsprozesses Kontakt mit den zukünftigen Nutzern, die oft Laien in Softwareentwicklung und speziell in Objektorientierung sind, sondern wiederholt im Laufe des Projekts. Hier haben die Entwickler das Problem, daß sie immer wieder mit den Laien über deren Arbeit reden müssen. Diese verstehen aber oft die Analysemodelle der Ingenieure nicht. Den Softwareingenieuren fehlt demnach ein standardisiertes Mittel zur Beteiligung der zukünftigen Benutzer.

Die Benutzerbeteiligung ist um so wichtiger, als jede Form der Softwareentwicklung auch eine Form der Arbeitsgestaltung darstellt (Hacker, Großmann & Teske-El Kodwa, 1991; Hamborg & Schweppenhäußer, 1991), denn die objektiven Handlungsmöglichkeiten werden durch die Software bestimmt. Dabei werden die Chancen des iterativen Vorgehens der objektorientierten Softwareentwicklung noch gar nicht genutzt. Parallel zur Entwicklung der Software könnte auch der Vorgang iterativ den veränderten Möglichkeiten und Bedingungen des neuen Werkzeugs Software angepaßt werden. Dieses Vorgehen erfordert allerdings eine funktionierende Zusammenarbeit zwischen Softwareentwicklern und Benutzern. Auch unter diesem Aspekt fehlt ein Hilfsmittel zur Verständigung zwischen beiden Parteien.

Ein notwendiges Qualitätsmerkmal für erfolgreiche Softwareentwicklung besteht darin, daß die Software den Aufgaben der Benutzer angemessen sein soll (ISO 13407). Also muß ein Verständigungsinstrument die Aufgaben und Vorgänge aus der Sicht der Benutzer ermitteln, um betriebliche Abläufe zu gestalten. Das Instrument zur Vorgangsanalyse (IVA) dient der Erfassung des subjektiven Modells des Vorgangs. Damit steht nicht eine weitere Modellsprache im Zentrum dieser Arbeit, sondern ein kleines, hilfreiches Werkzeug, das die Kluft zwischen Entwickler und Benutzer vermindern kann. In dieser Arbeit soll seine Tauglichkeit für die objektorientierte Softwareentwicklung überprüft werden.

Nach der Einleitung wird im zweiten Kapitel der Dissertation aus den grundlegenden Prinzipien der objektorientierten Softwareentwicklung das Bedürfnis für ein Instrument, das ein subjektives Vorgangsmodell erzeugt, abgeleitet. Zu diesem Zweck werden verschiedene Softwarelebenszyklusmodelle erklärt und mit der objektorientierten Softwareentwicklung in Verbindung gebracht. Es muß daraus geklärt werden, wo diese zu Reibungsverlusten im Ablauf führen können. Da sich bisher die Erkenntnis einer parallelen iterativen Arbeitsgestaltung während der Entwicklung nicht allgemeingültig durchgesetzt hat, muß der Softwarelebenszyklus um eine Arbeitsgestaltungsphase erweitert werden. Dann wird erarbeitet, wer im einzel-

nen die Beteiligten am objektorientierten Entwicklungsprozeß sind und auf welche Weise ein subjektives Vorgangsmodell den Entwicklungsablauf verbessern kann. Damit wird der Beitrag, den IVA leisten kann, abgeleitet.

Ziel des dritten Kapitels ist es, die Anforderungen zu bestimmen, die sich aus der objektorientierten Softwareentwicklung an IVA ergeben. Dazu werden zuerst die Bedürfnisse betrachtet, die an ein Analyseinstrument aus dem Requirements Engineering gestellt werden. Dann werden die speziellen Anforderungen aus der objektorientierten Analyse aufgezeigt und mit den Standards der Modellierung (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 1997) in Beziehung gesetzt. Die bisherigen Erkenntnisse sind vor allem aus der Ableitung von Konzepten aus der Informatik gewonnen. Um die Gültigkeit dieser Annahmen zu belegen, soll das Kapitel durch die Ergebnisse zweier qualitativer Expertenbefragungen zu den Bedürfnissen von objektorientierten Softwareentwicklern abgerundet werden.

Im vierten Kapitel werden die Anforderungen der Arbeitsspezialisten (Benutzer, Arbeitsgestalter, etc..) abgeleitet. Dazu werden Theorien der Arbeitspsychologie betrachtet. Ausgehend vom soziotechnischen Ansatz (Emery, 1959), der Handlungsregulationstheorie (Hacker, 1983) und dem Cognitive Engineering Ansatz (Norman, 1986) werden gängige Instrumente der Arbeitsanalyse aufgezeigt und auf ihre Tauglichkeit für die objektorientierte Softwareentwicklung sowie für die Gestaltung der Arbeit innerhalb dieses Prozesses untersucht. Auch daraus werden Anforderungen an das Instrument formuliert.

Damit sind die Anforderungen an IVA formuliert. Im fünften Abschnitt wird IVA vorgestellt und anhand der formulierten Forderungen erläutert.

Im sechsten Kapitel wird eine qualitative Validierung des Instruments anhand vier verschiedener Untersuchungen vorgenommen. In diesem Teil der Arbeit stehen Gütekriterien für qualitative Instrumente im Vordergrund, und es werden die verschiedenen Untersuchungen dargestellt, die zur Validierung von IVA unternommen wurden. Schließlich wird die Tauglichkeit von IVA für die objektorientierte Softwareentwicklung diskutiert.

Im siebten Kapitel schließlich werden die Erkenntnisse in Bezug auf die Relevanz des Verfahrens für die objektorientierte Softwareentwicklung bewertet.

2 Aufgabenanalyse in der objektorientierten Softwareentwicklung

Die Einführung neuer Software in eine Organisation bedeutet einen Innovationsprozeß, der nicht nur ein neues Arbeitsmittel mit sich bringt, sondern auch die bestehende Organisation verändert (Benda, 1990). Eine Anforderung an die Entwicklung von Programmen besteht darin, daß sich interaktive Systeme an den Benutzer anpassen sollten (vgl. Collins, 1995, Norman, 1986). In der Praxis sieht es zum Leidwesen der Benutzer noch ganz anders aus. Dabei gibt es eine große Anzahl von Normen (vgl. Ilg, 1993 a) und Styleguides (vgl. Ilg 1993 b), die für Benutzungsschnittstellen gelten. Viele dieser Normen fordern, daß die Software den Aufgaben angemessen sein soll. Jetzt steht eine neue Norm von der International Organisation for Standardization vor der Einführung, die ISO 13407. Sie sieht vor, daß die Analyse der Benutzeranforderungen Element der Softwareentwicklung sein soll.

Ziel dieses Kapitels soll es sein, zu bestimmen,

- welchen Platz die Aufgabenanalyse in der objektorientierten Softwareentwicklung hat,
- weshalb es sinnvoll ist, die Aufgaben und die umgebenden betrieblichen Vorgänge aus der Benutzersicht zu modellieren, und
- an welchen Stellen des Softwarelebenszyklus die Modellierung passieren soll.

Zu diesem Zweck werden zuerst die Ideen der Objektorientierung vorgestellt und auf die Analyse der Anforderungen übertragen. Dann wird das Qualitätskriterium „*Aufgabengemessenheit*“ erörtert. Daraufhin wird Softwareentwicklung als Transformationsprozeß von der Abbildung der Wirklichkeit bis zum fertigen Werkzeug erläutert. Schließlich werden Softwarelebenszyklusmodelle vorgestellt, die Beteiligten und die Notwendigkeit, die Aufgabenträger mit einzubeziehen. Ziel des Kapitels ist es abzuleiten, daß ein Instrument fehlt, mit dem die subjektiven Modelle der Benutzer auf strukturierte Weise abgebildet werden können.

2.1 Objektorientierte Softwareentwicklung

In den sechziger Jahren kam es in der Softwareentwicklung zur sogenannten „*Softwarekrise*“. Die Ausnutzung der verbesserten Hardware verlangte nach immer neueren, komplexeren Programmen (Pomberger & Blaschek, 1996). Es gelang dabei jedoch nicht, diese komplexe Software in einer einfachen, kosteneffektiven und termingerechten Art und Weise zu erstellen (Berg, 1995). Auch heute noch wird bei Softwareprojekten von großen Termin-, Kosten-, Produktivitäts- und Qualitätsproblemen berichtet (vgl. Pomberger & Blaschek, 1996; Suhr, 1993). Diesen Problemen versucht man heutzutage mit dem Paradigma der objektorientierten Softwareentwicklung Herr zu werden (vgl. Kauba, 1996; Zandler, 1995).

So verspricht die Objektorientierung die kostengünstige Entwicklung von leicht erweiterbarer und qualitativ hochwertiger Software (vgl. Myers, 1995; Oestereich, 1997). Objektorientierte

Methoden zeichnen sich unter anderem durch Wiederverwendbarkeit von Programmteilen und durch eine veränderte Auffassung des Softwarelebenszyklus aus (vgl. Champeaux, Lea & Faure, 1992).

Die Grundprinzipien der objektorientierten Programmierung sind seit 1968 mit der Programmiersprache SIMULA (Dahl, Myrhaug & Nygaard, 1970; vgl. Nygaard & Dahl, 81) und dem MENLO aus dem Palo Alto Research Center der Xerox Corporation gelegt worden (Pagé, 1996). Die erste vollständige objektorientierte Programmierumgebung wurde in den frühen 70er Jahren mit der Entwicklung von SMALLTALK entwickelt (Kay, 1993). Smalltalk wurde zuerst als Programmiersprache für Kinder konzipiert und war über einen langen Zeitraum hinweg die bedeutendste kommerzielle objektorientierte Programmiersprache. Heute existiert eine Vielzahl von weiteren objektorientierten Programmiersprachen. Beispielhaft seien hier nur C++, Java, Eiffel, Delphi und Ada genannt (vgl. Kasper & Kasper, 1989).

Objektorientierung bezieht sich jedoch nicht nur auf den Einsatz einer objektorientierten Programmiersprache, sondern auf den gesamten Prozeß der Softwareerstellung. So kommen insbesondere die Ansätze zum objektorientierten Entwurf (Meyer, 1990), zur objektorientierten Modellierung (Rumbaugh et al., 1993) oder zur objektorientierten Analyse hinzu (Yourdon, 1993; Shlaer & Mallor, 1988).

2.1.1 Definition Objektorientierung

„Der Begriff „objektorientiert“ wird mit einer sorglosen Unbekümmertheit verwendet [...], daß er ungefähr dasselbe ausdrückt wie etwa „Mutterschaft“, „Apfelkuchen“ und „strukturierte Programmierung““ (Bhaskar, 1983; zitiert nach Booch, 1996, S. 56).

So ist auch keine einheitliche, allgemein gültige Definition der Objektorientierung zu finden. Während Jacobson, Christerson, Jonson und Övergaard (1992) bei der objektorientierten Softwareentwicklung von einem „*use-case driven approach*“ sprechen und damit die Einbindung zukünftiger Benutzer ins Zentrum der Objektorientierung rückt, kommt die Benutzerperspektive bspw. bei Coad und Yourdan (1991) nicht explizit vor. Schader und Rundshagen (1996) legen dar, daß objektorientierte Softwareentwicklung zwei grundlegende Komponenten hat, nämlich das Objekt selbst und ein bestimmtes iteratives Vorgehen bei der Entwicklung. Während in der Literatur die Definitionen des Objektbegriffs überwiegend deckungsgleich sind (vgl. Wirfs-Brock & Johnsen, 1990), gibt es zum Vorgehen unterschiedliche Auffassungen. Als Beispiel für die Definition von Objekten soll an dieser Stelle die Definition von Stefik und Bobrow dienen: Objekte sind „Einheiten, die die Eigenschaften von Prozeduren und Daten kombinieren; sie führen Programmschritte durch und speichern einen lokalen Status“ (zitiert nach Booch, 1996, S. 56). Analog zu dem Begriff „*Prozedur*“ werden auch „*abstrakte Methoden*“, „*Operationen*“ (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 1997), „*Methoden*“, „*Verfahren*“ (Stahlknecht, 1995) oder „*Prozesse*“ (Sharbel & Cohen, 1993) verwendet. Parallel zum Begriff „*Daten*“ werden auch „*Attribute*“ oder „*Merkmale*“ genannt.

Beispielhaft für die Definition des objektorientierten Vorgehens soll jene von Stahlknecht in dieser Arbeit zugrunde liegen (1995, S.163): „Bei der objektorientierten Vorgehensweise werden die Daten von vornherein mit ihren Attributen und den darauf anzuwendenden Operationen (Methoden, Verfahren) zu sogenannten Objekten zusammengefaßt, wobei gleichartige Objekte Klassen bilden“. Die Kapselung der Daten und Prozesse im Objekt zeigt Abbildung 1. Auf Unterschiede zwischen den verschiedenen Autoren bezüglich der Softwareentwicklungsphasen oder der Modellierungen soll nicht eingegangen werden.

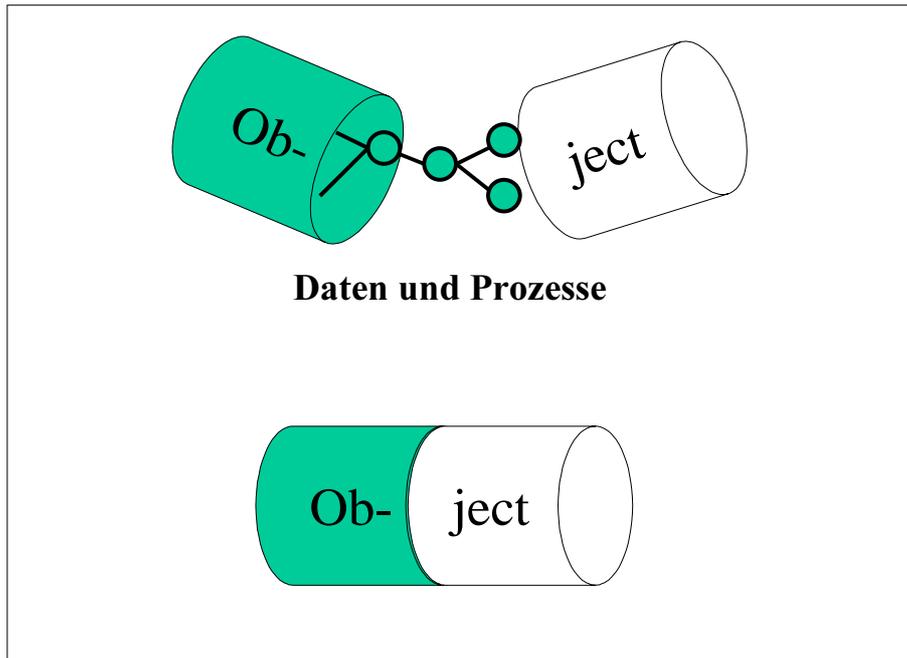


Abbildung 1: Verkapselung von Daten und Prozessen in Objekten (Sharble & Cohen, 1993)

Objektorientierte Vorgehensweisen zeichnen sich bei der Analyse der Anforderungen dadurch aus, daß Entwickler und Benutzer sich über Objekte verständigen können, in denen sich die Arbeitswelt des Benutzers widerspiegelt. Die Grenze der Verständigung ist jedoch bei der Klassifizierung der Objekte zu Objektklassen erreicht, denn die Klassifizierung der Objekte nach dem Vorbild der realen Welt schafft nicht zwangsläufig ein gutes Softwaredesign (Whitehead, 1995).

Ein Ansatz, der die Benutzersicht in die objektorientierten Softwareentwicklung mit einbezieht, ist das „*Object-Oriented Software Engineering*“ (OOSE; Jacobson et al., 1992). Der besondere Vorteil der OOSE liegt in der benutzerorientierten Entwicklung objektorientierter Anwendungen (Whitehead, 1995). Kernstück der Einbindung der Benutzer ist das Modell des Use-Case (dt. Anwendungsfall). Der Use-Case-Ansatz geht davon aus, daß sich die verschiedenen Arten der Systembenutzung in verschiedene Szenarien der Benutzung (Rumbaugh, 1993) aufspalten lassen. Diese helfen, Objekte zu identifizieren, die sowohl vom Benutzer geschildert, als auch vom Entwickler im Objektmodell genutzt werden können. (Jacobson et al. 1992). Ein Use-Case beschreibt eine Folge von Transaktionen zwischen Mensch und Ma-

schine (oder Maschine und Maschine). Der grundlegende Gedanke des Use-Case besteht darin, den Umfang der Anwendungsfälle aus Benutzersicht zu definieren und nicht aus Sicht der rechnerorientierten Verarbeitungseinheit. Andererseits lassen sich die Szenarien der Benutzung als Abläufe von Vorgängen begreifen (Rumbaugh, 1993). Anwendungsfälle sind also nicht unbedingt nur auf eine bestimmte Aufgabe bezogen, sondern eher auf einen Geschäftsprozeß oder auf die Vorgangsbearbeitung. Use-Cases sind für die OOSE vor allem auch deshalb so bedeutend, da sie als mentale Modelle sowohl zur Analyse als auch zur Evaluierung der Software dienen (Jacobson et. al., 1992). Läßt sich der Use-Case mit der Software erfolgreich bearbeiten, ist der Benutzer zufrieden gestellt, und die Softwareentwicklung war effektiv. Hierin führt die OOSE die Benutzerzufriedenheit durch die Hintertür als Evaluationskriterium ein.

2.1.2 Der Unterschied zur ablauforientierten Softwareentwicklung

In Bezug auf die Möglichkeiten und die Notwendigkeiten der Benutzereinbindung stecken in der Objektorientierung deutliche Unterschiede zum ablauforientierten Software Engineering. Diese Unterschiede betreffen hauptsächlich die geforderte Denkweise des Entwicklers (vgl. Fortange, 1997) und den Lebenszyklus der Software, hier speziell den Abschnitt der Entwicklung.

So charakterisiert Booch (1986) den Unterschied zur ablauforientierten Entwicklungsmethode ausgehend von den Eigenschaften des Objekts:

An object is an entity whose behavior is characterized by the actions that it suffers and that it requires of other objects. Object-oriented development is fundamentally different from traditional functional methods, for which the primary criteria for decomposition is that each module in the system represents a major step in the overall process (S. 212).

Am Programmcode ist also nicht der Programmfortschritt als Abfolge der zu durchlaufenden Schritte abzulesen. Der Programmcode bildet deshalb nicht den Arbeitsablauf ab, wie die ablauforientierten Software. Statt dessen formen die Objekte und ihr Verhalten ein Gesamtverhalten des Programms, das den Benutzer dazu befähigt, seine Aufgaben mit Hilfe der Software zu lösen. Jedes Objekt verhält sich als einzelne, selbständige, „gekapselte“ Einheit. Daher wird die objektorientierte Vorgehensweise als „*anthropomorph*“ beschrieben (Oesterreich, 1997). Tatsächlich verhalten sich Objekte animistisch (Collins, 1995, S. 83), wenn sie aufeinander reagieren. Die Softwareentwickler sind beim objektorientierten Vorgehen allerdings gefordert, solche Objekte aufzufinden, die im Zusammenspiel die Programmspezifikationen erfüllen. Fichman und Kemerer (1993) charakterisieren die Auswirkungen wie folgt:

Object-orientated development places a greater emphasis on data structure and a lesser emphasis on procedure structure than traditional functional-decomposition methodologies (S. 23).

Für den Ingenieur wird durch Objektorientierung die Datenstruktur entscheidender, deshalb sollte er der Abbildung des funktionalen Ablaufs in der Abteilung weniger Aufmerksamkeit schenken müssen. So fanden Fichman und Kemerer (1993) heraus, daß besonders die Modellierungskonzepte der Softwareentwickler sich radikal voneinander unterschieden, abhängig von der bevorzugten Entwicklungsmethode. Objektorientierte Entwickler bevorzugen also die Abbildungsmethoden, die zur Objektorientierung passen, und sie modellieren folglich nicht den Aufgabenablauf.

Genau aus diesem Sachverhalt kann sich ein Problem ergeben, da die Qualität des objektorientierten Softwareentwicklungsprozesses zu einem erheblichen Teil durch das Problemverständnis gesteuert wird, im Gegensatz zur ablauforientierten Entwicklung, die eher durch das Wissen um programmierbare Einheiten beeinflusst wird (Rosson & Gold, 1989). Damit der Softwareentwickler dieses Problemverständnis erwirbt, muß er einerseits die Abläufe genau kennen. Andererseits braucht der objektorientierte Entwickler diese aber nicht mehr zu modellieren, um ein gutes Programm zu schreiben.

An dieser Stelle kann eine Umverteilung der Verantwortung den Prozeß voran bringen und das Problem entschärfen. War der Softwareengineer bislang verantwortlich für die gesamten Modellierungsprozesse, so könnte hier mit dem richtigen Werkzeug Verantwortung auf die Benutzer übertragen werden. Betrachtet man den Benutzer als den Spezialisten für den Arbeitsablauf und gibt ihm ein Mittel in die Hand, diesen strukturiert darzustellen, wird dadurch dem Entwickler geholfen, ein Problemverständnis für die Abläufe zu gewinnen und die nötigen Modelle in Händen zu halten, die er als Spezialist für Objektstruktur benötigt.

2.1.3 Vorzüge und Nachteile der Objektorientierung

Ein objektorientiertes Vorgehen hat viele Vorzüge, sowohl was die Entwicklung, als auch was die Qualität der Software und ihre Wartung anbelangt. So nennt Oestereich (1997, S. 29-30) zusammenfassend folgende Vorteile:

- Durch die Objektorientierung können auch anspruchsvolle und komplexe Anwendungsgebiete erschlossen werden.
- Durch die ganzheitliche Sichtweise der Modelle wird der Komplexität der realen Welt besser Rechnung getragen.
- Die Softwareentwicklung geschieht als evolutionärer Prozeß. Dadurch können neue Anforderungen auch während der Entwicklung einfach integriert werden.
- Durch eine anthropomorphe Sichtweise wird die Kommunikation zwischen Softwareentwickler und Experten im Anwendungsbereich verbessert.
- Im Anwendungsbereich wird durchgängig modelliert. Durch die Konsistenz der Modelle wird die Qualität der Arbeitsergebnisse begünstigt.
- Eine durchgängige Darstellung in allen Entwicklungsschritten vereinfacht Entwicklung und Dokumentation.

- Durch die Objektorientierung wird die Software änderungsfreundlicher. Die Wartung wird also leichter und kostengünstiger.
- Objektorientierung steigert die Wiederverwendbarkeit einzelner Softwarekomponenten, bzw. ist so erst überhaupt gegeben. Dadurch sollen Entwicklungskosten sinken und sich wiederum Qualität und Wartungsfreundlichkeit der Software erhöhen (siehe oben).

Diese Vorzüge beziehen sich überwiegend auf die Modellierung und Entwicklung von Software und sind vorrangig (software-) technischer Art. Die Beteiligten und ihre Denkweisen kommen nur am Rande vor. So wird zum einen die ganzheitliche Sichtweise der Objektorientierung genannt. In dieser muß zwangsläufig die Denkweise und Problemlösefähigkeit der Systementwickler Berücksichtigung finden. Zum anderen wird die *“anthropomorphe Sichtweise”* hervorgehoben. Auch bei Jacobson et al. (1992) wird die *“natürliche”* Sichtweise der Objektorientierung betont. Leider bleiben die Autoren eine Auskunft darüber schuldig, worin genau die *“Natürlichkeit”* oder die *“Anthropomorphie”* besteht.

Allerdings gibt es auch Nachteile der objektorientierten Softwareentwicklung, die vor allem in der unzureichenden Unterstützung durch die Methoden liegen. So nennt Popp (1994, S.17) folgende Punkte, an denen die Methoden nicht ausreichen:

- Management der Komplexität (durch Projektgröße und Objektmenge)
- Spezifikation von Verhalten von Objekten, das Objekttypen übergreift
- Unzureichende Unterstützung beim Auffinden von Objekttypen
- Unzureichende Kopplung der Phasen objektorientierte Analyse und objektorientierter Entwurf
- Methodische Unterstützung der Wiederverwendbarkeit
- Analyse des Anwendungssystems statt Analyse der Arbeitswelt

Während bei vielen dieser Probleme durch die Einführung der Unified Modelling Language (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 1997; vgl. Kap. 3.3) als Methode Linderung zu erwarten ist, fehlt dennoch eine Unterstützung für den Softwareentwickler beim Auffinden von Objekten und bei der Analyse der Arbeitswelt.

Ungeachtet der theoretischen Vorteile ist das Ergebnis des empirischen Vergleichs zwischen ablauf- und objektorientierter Softwareentwicklung uneindeutig (vgl. Yadav, Bravocco, Chatfield & Rajkumac, 1988; Vessey & Conger, 1993, 1994; Agarwai, Sinha & Tanniru, 1996; Liu, Goetze & Glynn, 1992). Alle Untersuchungen weisen jedoch darauf hin, daß die Erfahrung der Systementwickler und die Vertrautheit mit der verwendeten Modellersprache das Ergebnis beeinflussen. Das gilt auch für die Art der Aufgabe, zu der Software erstellt werden soll, und die Methode. So ist eine bessere Passung für datenorientierte Probleme und objektorientierter Softwarelösungen gegeben (Vessey, 1991).

Die Frage bleibt aber bislang offen, wieso Vorgangsmodele bei der objektorientierten Softwareentwicklung hilfreich sein können. Vorgangsmodele sind als solche Modelle des Prozesses, unabhängig davon, ob sie generisch, objektiv oder subjektiv sind (vgl. Newell & Simon,

1972). Die objektorientierte Sichtweise zeichnet sich gerade dadurch aus, daß sie nicht prozeßorientiert ist. Dennoch können einerseits Abbildungen des Prozesses hilfreich sein, wenn es darum geht, die Anforderungen an die Software zu verstehen, Objekte oder Use-Cases aufzufinden. Dieses soll im Kapitel 3 noch eingehender beleuchtet werden. Andererseits muß der Benutzer nichts von den Objekten wissen, sehr wohl aber in den iterativen Prozeß eingebunden werden. Dafür und für die parallele Anpassung des Geschäftsprozesses sind Prozeßmodelle nötig, deren Anforderungen im Kapitel 4 näher betrachtet werden. Hierzu muß allerdings bemerkt werden, daß Prozeßorientierung oder Ablauforientierung im Programm den internen Ablauf der Software beschreibt, die vom Ablauf des Geschäftsprozesses unterschieden werden muß. Das Modellieren von betrieblichen Vorgängen zur Verbesserung des Problemverständnisses der Beteiligten widerspricht der objektorientierten Denkweise also in keinem Fall.

2.2 Aufgabenangemessenheit als Qualitätskriterium der Software

“Correctness is the ability of software products to exactly perform their tasks, as defined by the requirements and specifications” (Meyer, 1988, S.4).

Die Kriterien für die Beurteilung der Qualität von Software sind in der Vergangenheit in großer Anzahl vorgeschlagen worden (Stahlknecht, 1995, S. 322). In Deutschland ist sie inzwischen klar durch die DIN Norm 66272 geregelt und umfaßt die Hauptqualitätsmerkmale Funktionalität, Zuverlässigkeit, Benutzbarkeit, Effizienz, Änderbarkeit und Übertragbarkeit. Als solche ist die Aufgabenangemessenheit in dieser Norm nur angedeutet. Sowohl die Funktionalität als auch die Benutzbarkeit sind zwar Funktionen dessen, ob die Software die Aufgaben der Benutzer unterstützt, Aufgabenangemessenheit wird jedoch nicht explizit erwähnt.

In der neusten Bildschirmverordnung des Bundesministeriums für Arbeit (1998) wird explizit darauf hingewiesen, daß die Software an die auszuführende Aufgabe angepaßt sein muß. Fehleranalysen zeigen, daß 60% aller Nutzungsprobleme durch fehlende Aufgabenangemessenheit der Dialoggestaltung entstehen. Nur 25% der Probleme sind auf uneinheitliche Gestaltung und 15% auf ungeeignete räumliche Platzierung der Dialogelemente zurückzuführen (System Concepts Ltd., 1997).

Die Qualität der Software wird in den meisten Fällen auch nicht durch die Benutzerzufriedenheit definiert (vgl. Baumann & Richter, 1992). Dabei ist diese ein gutes Maß für die Aufgabenangemessenheit und entscheidet darüber, in welchem Maß ein Programm angenommen wird und wie hoch der Schulungsaufwand dafür ist. War in den Anfängen der elektronischen Datenverarbeitung die Computertechnik die entscheidende Ressource, die Programme bestimmte, ist es jetzt die Benutzungsschnittstelle, die das Arbeiten mit dem Rechner limitiert (vgl. Collins, 1995, S. 20). Die Nutzer können nur eine bestimmte Menge von Funktionen des Programmes nutzen, abhängig von der Vertrautheit mit dem Programm und der Zugänglichkeit der Funktionen über die Softwareoberfläche (Collins 1995). Die Tendenz der Softwareentwickler, die aus der technischen Entwicklung folgte, war es, leistungsfähige Softwaresy-

steme zu gestalten und diese mit einem möglichst hohen Maß an Funktionalität auszustatten. Diese Strategie zahlt sich nicht notwendigerweise aus, wenn die Funktionen für die Arbeitsweisen der Benutzer mangels Übersichtlichkeit oder Kompetenzen nicht zugänglich sind.

Es zeigt sich, daß in fast neunzig Prozent aller Fälle nur etwa zehn Prozent der im Programm vorgesehenen Funktionen verwendet werden (vgl. Potosnak, 1990; Shneiderman, 1987, S. 140). Ein beträchtlicher Anteil von Funktionalität steht deshalb nicht zur Unterstützung der Nutzer bereit, weil die Funktionen schwer benutzbar oder ihre Benutzung schwer zu erlernen sind (Potosnak, 1990, S. 122). Dadurch liegt ein bedeutendes Potential brach, das Mitarbeiter im günstigen Falle zur effizienteren Aufgabebearbeitung nutzen könnten. Hier liegt eine mögliche Ursache für eine suboptimale Vorgangsbearbeitung in der Gestaltung der Benutzungsoberfläche.

Der Begriff von Benutzerfreundlichkeit von Software kann jedoch nicht nur auf die Gestaltung der Softwareoberfläche beschränkt bleiben, da schon die Funktionalität der Software die Handlungs- und Entscheidungsspielräume einer Person und damit die Ausführung der Arbeitsaufgabe festlegt (Rödiger, 1988).

Es stellt sich nun die Frage, auf welche Weise die Aufgaben der Beteiligten erhoben und abgebildet werden können.

2.3 Softwareentwicklung als Abbildungsprozeß

Das Thema der Abbildung der Aufgaben durch die Beteiligten wird besonders interessant, wenn man die Entwicklung von Software als einen Abbildungsprozeß begreift.

Schneider (1986) schildert den Weg von der Realität zum Programm als eine Serie von Abbildungstransformationen, die endlich in die fertige Software münden (vgl. Abb. 2). Da in jeder Transformation die Möglichkeit steckt, Fehler zu machen, ist es sinnvoll, darüber nachzudenken, ob das Ziel mit weniger Schritten erreicht werden kann.

Betrachtet man die verschiedenen Transformationsprozesse in Abbildung 2, wird klar, daß nur zwei Prozesse eindeutig bestimmten Akteuren zugeordnet sind: Der Erkenntnisprozeß wird vom Benutzer durchgeführt, da er die Aufgabe am besten kennt, der Implementierungsprozeß liegt in der Zuständigkeit des Softwareentwicklers. Alle anderen Transformationen geschehen in der Interaktion zwischen dem Aufgabenträger und dem Softwareexperten. Um Schritte weglassen zu können, muß also der Frage nachgegangen werden, wie die Interaktion zwischen Ingenieur und Benutzer gestaltet werden sollte, um einfacher zu den richtigen Spezifikationsdaten zu kommen.

Tatsächlich gibt es schon Ansätze, diese Transformationsprozesse zu vereinfachen, z.B. bei der Erhebung von Informationen für Wissensbasen. Betrachtet man Aufgabenanalyse als Wissensakquisition, dann gibt es drei unterschiedliche Herangehensweisen an das Modellieren von Wissen (Ford & Bradshaw, 1993): manuelle psychologische Methoden, interaktive

Knowledge Acquisition Tools, und automatisierte Maschinen- Lernmethoden. Sie unterscheiden sich im Grad der Automatisierung der Akquisition und in der Strukturiertheit der resultierenden Modelle. Besonders die verschiedenen interaktiven Knowledge Acquisition Tools (vgl. Gissel, 1998) veranschaulichen, daß es möglich ist, durch eine geeignete Technik sofort vom mentalen Modell zur formalen Repräsentation zu kommen. Dazu muß der Darstellungsprozeß so gestaltet werden, daß bereits unmittelbar in der Befragungssituation mit dem Benutzer ein strukturiertes Modell entworfen wird.

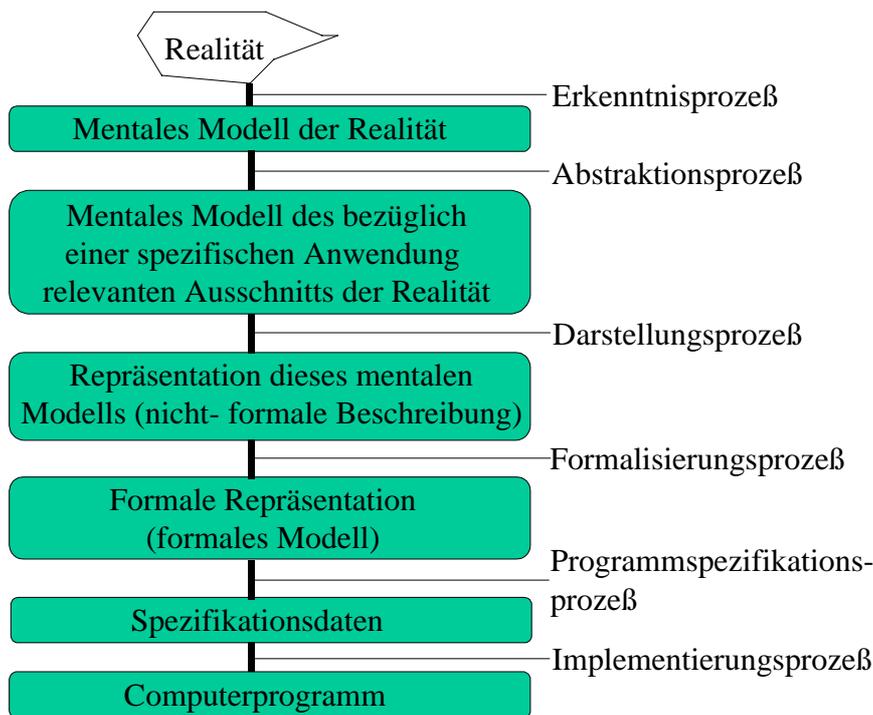


Abbildung 2: Abbildung der Realität in ein Programm (Schneider, 1986).

Allerdings gibt es einen entscheidenden Unterschied zwischen der Erhebung von Aufgabenmodellen und der Erfassung von Informationen für Wissensbasen. Clancey (1989) beschreibt, daß Wissen nicht direkt beobachtet werden kann, sondern nur die Repräsentationen des Wissens in der Sprache, in Modellen oder Visualisierungen des Wissenden zugänglich sind. Im Gegensatz dazu ist das Verhalten des Aufgabenträgers während der Aufgabebearbeitung zusätzlich zur Wissensrepräsentation beobachtbar.

Auf diese Weise ergibt sich die Gelegenheit, das formale Modell zusätzlich zu der Verifizierung durch den Aufgabenträger auch noch an der tatsächlichen Aufgabendurchführung zu überprüfen.

2.4 Softwarelebenszyklen

Analog zum Begriff „Produktlebenszyklus“ der Konsum- und Investitionsgüterindustrie, hat sich in der Softwareentwicklung der Ausdruck „Softwarelebenszyklus“ (*software life circle*) durchgesetzt (Stahlknecht, 1995). Der Zyklus umfaßt den Zeitraum von der Begründung und

Planung über die Entwicklung, Einführung, Nutzung und Wartung, bis hin zur Ablösung des Softwaresystems.

Der entscheidende Unterschied zu herkömmlichen Produktlebenszyklen besteht bei Software darin, daß nach der Produktfertigstellung mehr oder weniger explizit eine Wartungs- oder Weiterentwicklungsphase für das Produkt eingeplant ist. Das Produkt Software ist, genau wie andere Konsumgüter auch, durch die Verkürzung von Produktlebenszeitzyklen betroffen (DeChampeaux, Lea & Faure, 1992). Als Hauptgrund hierfür nennen die Autoren den steigenden Kostendruck. Dadurch entsteht der Zwang, Softwareentwicklung effizienter zu gestalten. Die Erhöhung ihrer Produktivität und Qualität bringt eine Abkehr von linearen Abfolgemodellen des Softwarelebenszyklus mit sich, hin zu komplexen Modellen (DeChampeaux, Lea & Faure, 1992; Zehnder, 1986). Die Effizienz wird mit der Geschwindigkeit des Durchlaufs durch die Zyklusphasen beeinflußt und somit auch implizit durch die Phasenmodelle, die hinter der Softwareentwicklung stehen.

An diesem Platz soll nur eine Auswahl von Softwarelebenszyklen vorgestellt werden, da es viele verschiedene Modelle gibt. Dabei muß zwischen zwei Arten unterschieden werden: Die einen Modelle zeigen den gesamten Lebenszyklus der Software, die anderen bilden speziell den Entwicklungsprozeß ab. Diese Lebensphasen sollen im folgenden verdeutlicht werden, um den Unterschied zwischen ablauf- und objektorientierter Entwicklung klar zu machen. Am Ende des Kapitels soll sich offenbaren, daß bestimmte notwendige Aspekte der Entwicklung in keinem Fall Element des Softwarezyklus sind.

2.4.1 Ablauforientierte Modelle

In der ablauforientierten Softwareentwicklung gibt es verschiedenste Möglichkeiten, den Lebenszyklus einzuteilen. Den Modellen gemeinsam ist jedoch, daß der Lebenszyklus, unabhängig von der Einteilung der Phasen, linear durchlaufen wird (vgl. Abb. 3). Als Beispiel soll hier stellvertretend das Wasserfallmodell von Boehm (1981) dienen. Jede Phase wird möglichst vollständig bearbeitet und abgeschlossen, bevor die nächste Phase beginnt. Die Abbildung 3 nach Collins (1995) hat den Fokus auf dem Entwicklungsprozeß. Der Nachteil einer solchen Vorgehensweise besteht darin, daß schon in frühen Stadien der ablauforientierten Softwareentwicklung dem Entdecken und Korrigieren von Fehlern eine große Bedeutung zukommt, da diese sich später zu großen Schäden aufsummieren können (Boehm, 1981).

Die einfache Form der linearen Abfolge erweist sich außerdem bald als unzutreffend (vgl. Henderson- Sellers & Edwards, 1990), da sich herausstellt, daß während der Entwicklung bei Problemen in die vorherige Phase zurückgesprungen wird. Boehm (1988) erweitert sein Modell dadurch, daß er die Rückkehr zur vorigen Zyklusphase ermöglicht.

Diese Erweiterung macht das Modell im strengen Sinne aber nicht iterativ, da die Phasen weiterhin linear durchlaufen werden und es nur bei Störungen die vorhergehende Phase erneut aufgesucht werden kann.

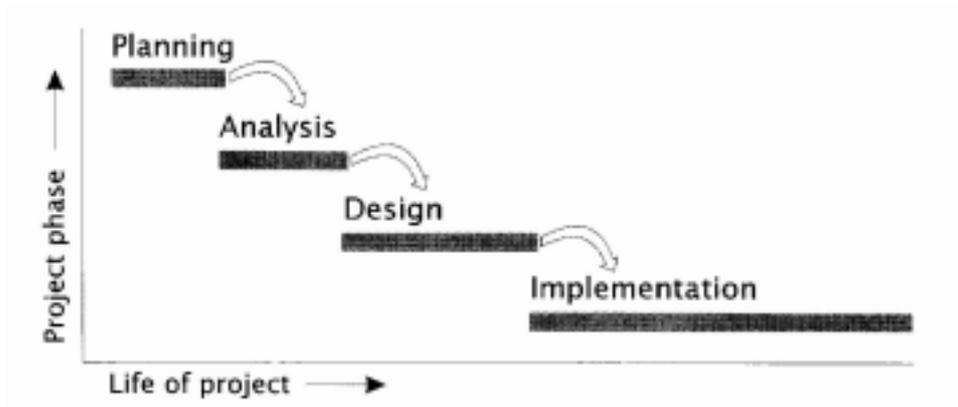


Abbildung 3: Wasserfallmodell von Boehm, zitiert nach Collins, 1995

2.4.2 Objektorientierte Modelle

Im Gegensatz zu ablaufforientierten Lebenszyklusmodellen steht in der Objektorientierung das iterative Vorgehen im Mittelpunkt des Modells. In einer Erweiterung des Wasserfallmodells wird die Iteration als Bestandteil eingefügt (Brooks, 1990; vgl. Abb. 4), die Phasen werden also mehrfach hintereinander durchlaufen. Dieses Modell bildet jedoch weder eine schrittweise stärker werdende Detaillierung noch das Anwachsen des Programms ab, die Bestandteil der Iteration sein können.

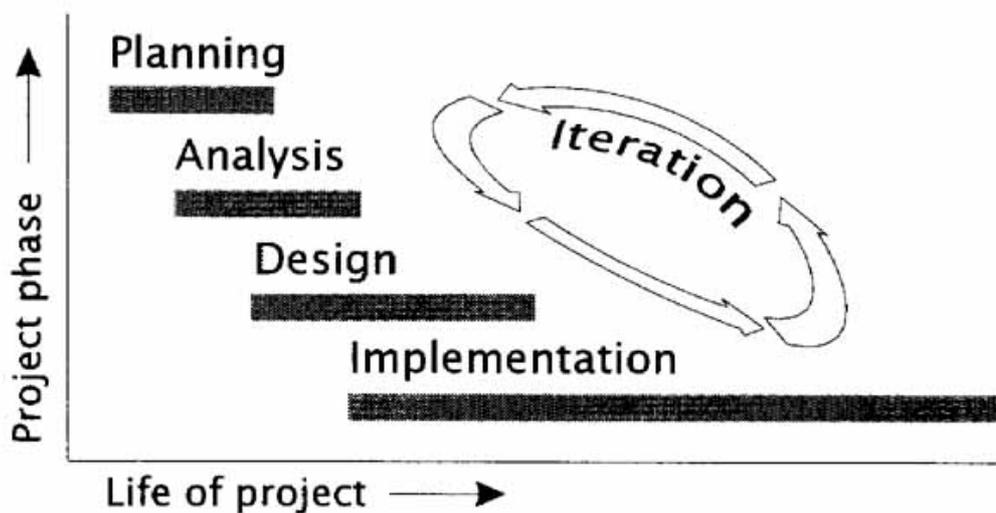


Abbildung 4: Wasserfallmodell mit Iteration (Brooks, 1987, zitiert nach Collins, 1995)

Iteration kann nämlich in verschiedenen Dimensionen erfolgen. Zum einen kann sie als Durchlaufen verschiedener Phasen mit dem gleichen Detaillierungsgrad verstanden werden, mit dem Ziel, Abschnitt für Abschnitt der Domäne in die Software hineinzuarbeiten. Ein solches Vorgehen kann als parallele Iteration beschrieben werden (vgl. Schader & Rundshagen, 1996).

Ein entsprechendes Modell ist das Cluster-Modell nach Meyer (1989), das den Lebenszyklus als eine sich zeitlich überlappende Existenz von Clustern begreift. Jedes Cluster stellt ein logisches Modul des Programms dar, das die Phasen Spezifizierung, Design und Implementierung sowie Validierung und Generalisierung durchläuft. Dabei nimmt sich jedes Cluster eines abgeschlossen zu bearbeitenden Teilbereichs der Domäne an und durchläuft die Entwicklung nach dem Muster des Wasserfallmodells.

In der anderen Sichtweise wird Iteration als eine schrittweise Erhöhung des Detaillierungsgrades verstanden. Mit jedem neuen Durchlaufen der Phasen wird der Auflösungsgrad der Betrachtung und Entwicklung erhöht, bis das Entwicklungsprojekt bewältigt ist. Dieses Vorgehen läßt sich als inkrementelle Iteration beschreiben. In diesem Sinne soll iteratives Vorgehen im weiteren Verlauf dieser Arbeit verstanden werden.

Als Beispiel für eine solche Sichtweise kann das Spiralmodell der Softwareentwicklung dienen (Boehm, 1988), in dem das kreisförmige Durchlaufen des Entwicklungsprozesses dargestellt wird. Die nach außen laufende Spirale symbolisiert den immer größer werdenden Umfang des Projekts durch die immer größer werdende Detailfülle (vgl. Abb. 5). Das Modell hat einen logischen Anfangs- und Endpunkt, es beginnt mit der Planung und endet mit der Implementierung. Im Modell ist implizit enthalten, daß es eine angemessene Anzahl von Durchläufen durch die Phasen gibt. Eine einheitliche Anzahl ist in der Literatur jedoch nicht zu finden.

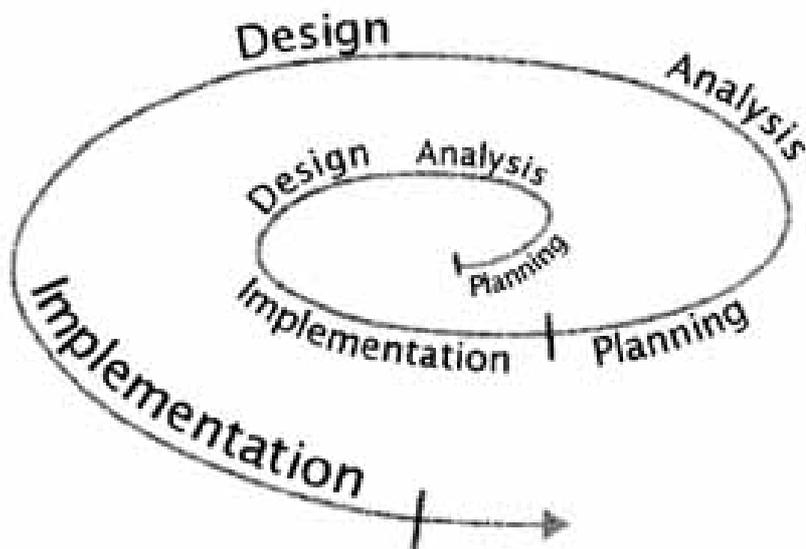


Abbildung 5: Spiralmodell (Boehm, 1988, zitiert nach Collins, 1995)

Keines der bisher vorgestellten Modelle sagt etwas über den Lebenszyklus von Objekten aus. Im Laufe des Softwarelebenszyklus und im Laufe der eigenen Existenz verändern sich Objekte ebenfalls gesetzmäßig (Whitehead, 1995). Ein Modell, das sowohl den Lebenszyklus des

gesamten Systems als auch den Lebenszyklus der Objekte in Beziehung setzt, ist das Fontänenmodell nach Henderson-Sellers und Edwards (1990; vgl. Abb. 6). Es ist das einzige hier vorgestellte Modell, das mehr als nur die Entwicklungsphase darstellt. Es zeigt, daß der Lebenszyklus der Objekte mit Aufnahme in die Objektdatenbank abgeschlossen ist. Das Fontänenmodell ist grundsätzlich auch linear aufgebaut, wie das Wasserfallmodell. Es unterscheidet sich aber insofern vom Wasserfallmodell, als es in jeder Phase möglich ist, in jede beliebige vorherige Phase zurückzufallen und nicht nur bei Problemen in die frühere Stufe zurückzukehren. Im Gegensatz zum Spiralmodell geht das Fontänenmodell nicht von einem systematischen mehrfachen Durchlauf von Entwicklungsphasen aus.

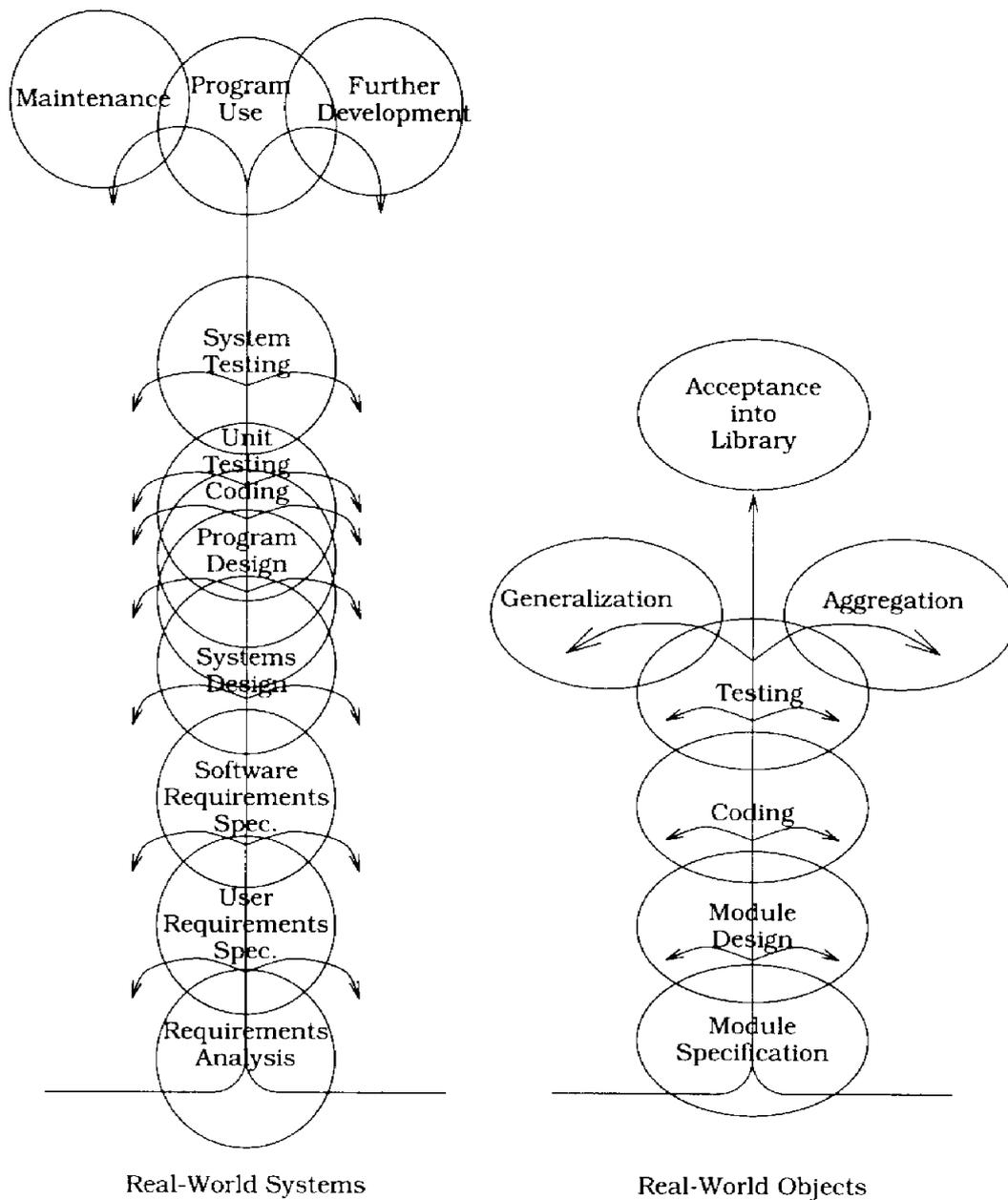


Abbildung 6: Fontänenmodell nach Henderson- Sellers und Edwards (1990).

Schließlich soll noch das Baseballmodell von Coad und Nicola (1993) vorgestellt werden, das speziell die objektorientierten Softwareentwicklungsphasen Analyse (OOA), Design (OOD) und Implementierungsabschnitte/Programming (OOP) in Beziehung setzt (vgl. Abb. 7). Die Vorgehensweise läßt sich durch „Analyse a little, design a little, implement a little and test a little... repeat“ charakterisieren. Die Sichtweise des Modells umfaßt sowohl inkrementelle als auch parallele Iteration.

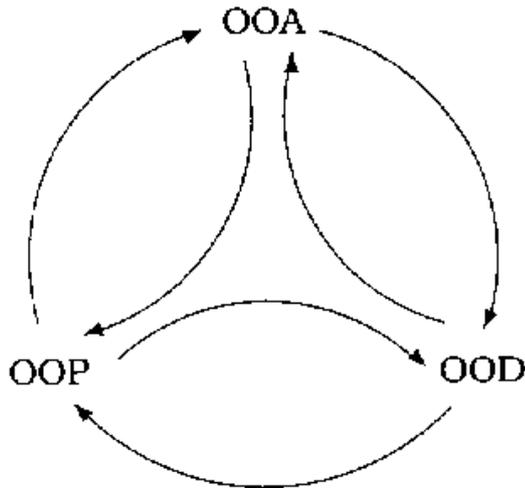


Abbildung 7: Baseballmodell nach Coad und Nicola (1993)

Allen objektorientierten Lebenszyklusmodellen ist gemeinsam, daß zum Test der Software immer wieder Prototypen hergestellt werden, um Qualität, Funktionalität oder Akzeptanz der Software zu testen:

“...the development process results in a series of prototypes, which eventually evolve into the final implementation” (Booch, 1991).

Allen, auch den ablauforientierten Modellen ist gemeinsam, daß im Softwarelebenszyklus keine Phase vorgesehen ist, in der betriebliche Abläufe, für die das Softwareprodukt gedacht ist, den veränderten Gegebenheiten angepaßt werden. Alle Lebenszyklen gehen davon aus, daß sich die Software harmonisch in bestehende Abläufe einfügt, jede Änderung des alten Ablaufs während der Softwareentwicklung äußert sich nach dieser Sichtweise in einem „Fehler“ in der Analysephase.

2.4.3 Softwareentwicklung als Arbeitsgestaltungsmaßnahme

In den vorigen Abschnitten wurden verschiedene Lebenszyklusmodelle vorgestellt, die sich alle dadurch auszeichnen, daß während der Entwicklung keine Phase vorgesehen ist, den betrieblichen Ablauf der Software anzupassen.

Neue Techniken bedeuten immer einen Innovationsprozeß für den Arbeitsbereich, nicht nur, weil sie die Einführung neuer Arbeitsmittel bedeuten, sondern auch, weil das Arbeitssystem als Ganzes beeinflusst wird (Brenda, 1990). Die Einführung einer neuen Software gestaltet also die Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter. Dabei wird zum einen die Auftragsbearbeitung direkt beeinflusst, z.B. durch Funktionalität und Oberfläche der Software, durch die Zuweisung der Arbeitsteilung zwischen Mensch und Computer oder durch die Freiheitsgrade, die eine Auftragsausführung erlaubt. Zum anderen wird auch das soziotechnische System (vgl. Kap. 4.2), die Gesamtorganisation beeinflusst, z.B. durch die Kommunikationserfordernisse der Software, die Kooperationsanforderungen oder veränderte Informationswege.

Der Effekt des Innovationsprozesses „Softwareentwicklung und -einführung“ wird oft in der Form erfahren, daß die Technologie die Art und Struktur der Organisation vorbestimmt (Frese & Brodbeck, 1989). Allerdings kann der Innovationsprozeß auch als eine Chance verstanden werden, die unterschiedliche Entwicklungen zuläßt und neue Gestaltungsspielräume eröffnet (Ulich, Troy & Alioth, 1989).

2.4.4 Die Perspektive der parallelen Arbeitsgestaltung

Da Softwareentwicklung die Arbeit gestaltet, besteht die Notwendigkeit, die Aufträge durch einen parallelen Reengineeringprozeß der Unterstützung durch die Software anzupassen (Collins, 1995). Bedenkt man, daß Arbeitsprozesse von betrieblichen Realitäten überholt werden, also veralten können, wird die Notwendigkeit für einen Reengineeringprozeß eindrücklicher. Auch vor dem Hintergrund, daß die Einführung von Software die betrieblichen Abläufe bis zu deren Änderung oder zum Ende des Lebenszyklus festschreibt, wird die Dringlichkeit einer parallelen Arbeitsgestaltungsmaßnahme klar.

In der gängigen Praxis der Softwareentwicklung dient der momentane Arbeitsablauf als Vorbild des Requirements Engineering (vgl. Kap. 3.1) und der objektorientierten Analyse, z.B. als Use-Case (vgl. Kap.3.2). Der verbesserungsfähige Ablauf wird unvollständig dargestellt, spezifiziert und analysiert. Dann gibt es Abstriche beim Funktionsumfang, der Benutzerfreundlichkeit und Schulung der Mitarbeiter. Am Ende wundern sich alle Beteiligten, daß das neue Softwarewerkzeug nicht das hält, was es verspricht.

Dabei ließe der objektorientierte Entwicklungsprozeß durchaus Raum für ein Reengineering der Arbeitsabläufe. Im formalen Prozeß des objektorientierten Software Engineering hat die notwendige Aktualisierung des Arbeitsvorgangs vor der Analysephase jedoch bisher keinen Platz. Dabei bietet bereits das Stadium der objektorientierten Analyse den Ansatz für ein solches Reengineering. Hartman, Jewell, Scott und Thornton (1994) schlagen eine Erweiterung der Analyse durch das Modellieren von Geschäftsprozessen auf eine Weise vor, die nicht den Ist- Zustand darstellt, sondern aufzeigt, wie eine Organisation arbeiten möchte. Diese Sichtweise setzt ein Reengineering der betrieblichen Abläufe voraus.

Folgt man dieser Idee, ist es also hilfreich in der Analyse, zusätzlich zu anderen Daten, den Soll- Zustand der Arbeit zu modellieren. Diese erweiterte Datengewinnung greift für die objektorientierte Softwareentwicklung an zwei Punkten zu kurz. Zum einen ist die Formulierung des Soll- Zustandes für die Mitarbeiter nicht einfach. Dagegen kann der Ist- Zustand leicht beschrieben werden, da er in der täglichen Arbeit erlebt wird. Zum anderen ist die Iteration ein entscheidender Bestandteil der Objektorientierung. Eine einmalige und endgültige Beschreibung des Soll- Zustandes würde die Vorteile des iterativen Vorgehens nicht nutzen.

Statt dessen sollte die Entwicklung des Soll- Zustandes innerhalb des iterativen Prozesses geschehen und damit Bestandteil des Entwicklungszyklus werden. Ein Weg der Integration ist die Erweiterung des dreistufigen Baseballmodells (Coad & Nicola, 1993; vgl. Abb. 7) zu einem vierstufigen Vorgehen (vgl. Abb. 8), das die Gestaltung des Vorganges als zentralen Bestandteil der objektorientierten Softwareentwicklung mit hineinnimmt.

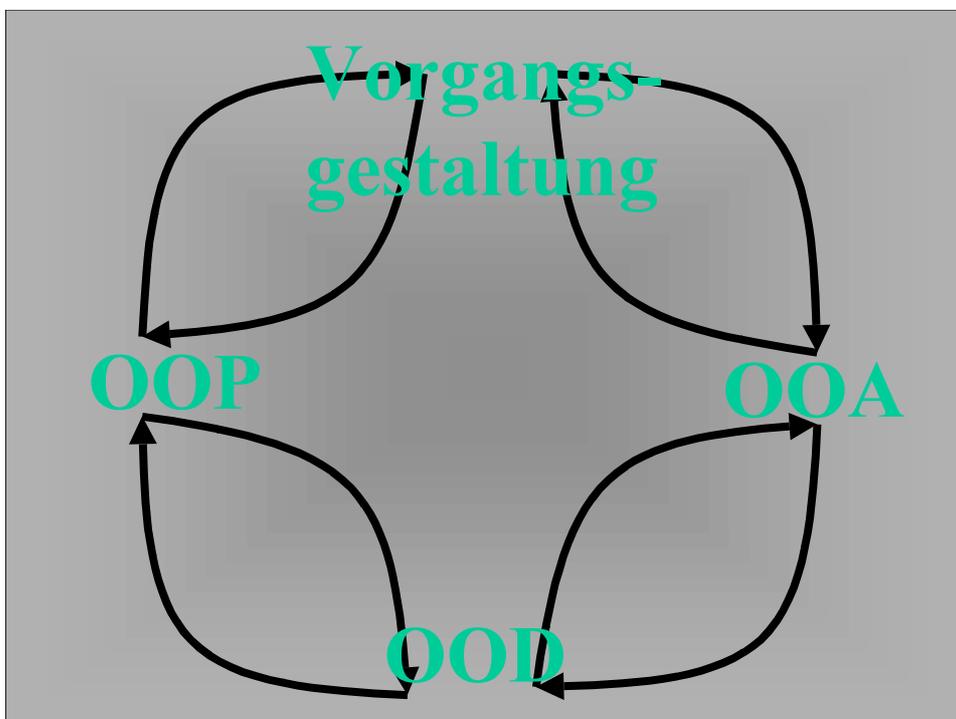


Abbildung 8:Erweitertes iteratives Vorgehen in Anlehnung an das Baseballmodell

Unter dem Begriff „*Vorgangsgestaltung*“ sollen in dieser Arbeit in Anlehnung an Hacker, die „Vielzahl von Festlegungen über Ausführungsweisen von Arbeitstätigkeiten“ (1998, S. 124), verstanden werden, die eine Abfolge von Tätigkeiten im betrieblichen Ablauf betreffen.

Ein solches Modell verbindet zwei Vorteile. Es vermeidet, daß Software für suboptimale Arbeitsvorgänge entwickelt wird, durch die Verbesserung des Vorgangs während der Entwicklung und den direkten Zuschnitt der Arbeitsweise auf die neue Technik. Zum anderen wird durch das iterative Vorgehen gewährleistet, daß die Mitarbeiter Stück für Stück bei der Entwicklung des Soll- Zustandes des Vorganges beteiligt werden können. Dieses Vorgehen setzt

allerdings ein Werkzeug voraus, mit dem betriebliche Vorgangsmodelle erhoben und visualisiert werden können.

2.5 Das Verständnisproblem der Beteiligten am Entwicklungsprozeß

Im folgenden werden verschiedene Ebenen des Verständnisproblems dargestellt und mit Hinweisen auf Anforderungen an ein geeignetes Hilfsmittel abgeschlossen.

Die Benutzbarkeit von Software läßt sich nicht absolut bestimmen. Bereits in den vorangegangenen Kapiteln klang an (vgl. Kap. 2.2), daß die Güte von Software abhängig ist von der Arbeitsweise der Benutzer, und somit von deren Konzepten und Modellen. Doch diese Konzepte und Modelle wirken komplexer miteinander, und dieses Zusammenspiel soll hier vorgestellt werden.

Die Modelle der Benutzer und Entwickler bestimmen die Benutzbarkeit der Software. So wird diese einerseits durch die Einwirkung des Entwicklers anwendungsfreundlicher, nämlich z.B. durch gutes Design der Oberfläche und aufgabenorientierte Funktionalität. Auf der anderen Seite kann die Benutzbarkeit aber auch durch den Anwender selbst verbessert werden, indem er durch Training und Erfahrungen Kompetenzen erwirbt, die ihm helfen, mit der Software umzugehen (Norman, 1986, S.47).

Für die Entwicklung einer erfolgreich einsetzbaren Software sind also zwei Modelle entscheidend: Zum einen beeinflußt das mentale Modell des Entwicklers, das Designmodell, die Software und deren Dokumentation. Gleichzeitig wirkt es sowohl auf die Funktionalitäten als auch auf die Softwareoberfläche ein (vgl. Abb. 9). Zum anderen wirkt, wie oben geschildert das Benutzermodell.

Es ergibt sich aus beidem ein beobachtbares Systemverhalten und -aussehen, das „*System Bild*“ das der Benutzer betrachtet, um sich ein mentales Modell der Software zu bilden. Umgekehrt hat auch der Benutzer eine Wirkung auf das „*System Bild*“, indem er beispielsweise nur bestimmte Funktionen nutzt oder Fehlermeldungen produziert, die ohne sein Verhalten nicht auftreten. Dabei ergeben sich aus den unterschiedlichen Vorkenntnissen und Kompetenzen verschiedene „*Benutzermodelle*“, da verschiedene Anwender möglicherweise unterschiedliche Bereiche der Software gebrauchen. So wird beispielsweise eine Sekretärin, die in ihrer Freizeit den Drucksatz für ihre Vereinszeitschrift erstellt, ein ganz anderes „*System Bild*“ von ihrem Textverarbeitungsprogramm haben als ihre Kollegin, die keinen privaten PC besitzt. Diese unterschiedlichen Modelle der Benutzer haben wiederum Einfluß auf die mögliche Aufgabenbewältigung mit der Software.

Wenn Softwareentwicklung also funktionieren soll, so Norman (1986), müssen diese mentalen Modelle über Systeme erhoben und zwischen Nutzern und Designern zur Deckung gebracht werden (vgl. Collins, 1995). Dieses gilt für technische Systeme allgemein und erst recht für die Entwicklung von Software (Norman, 1983).

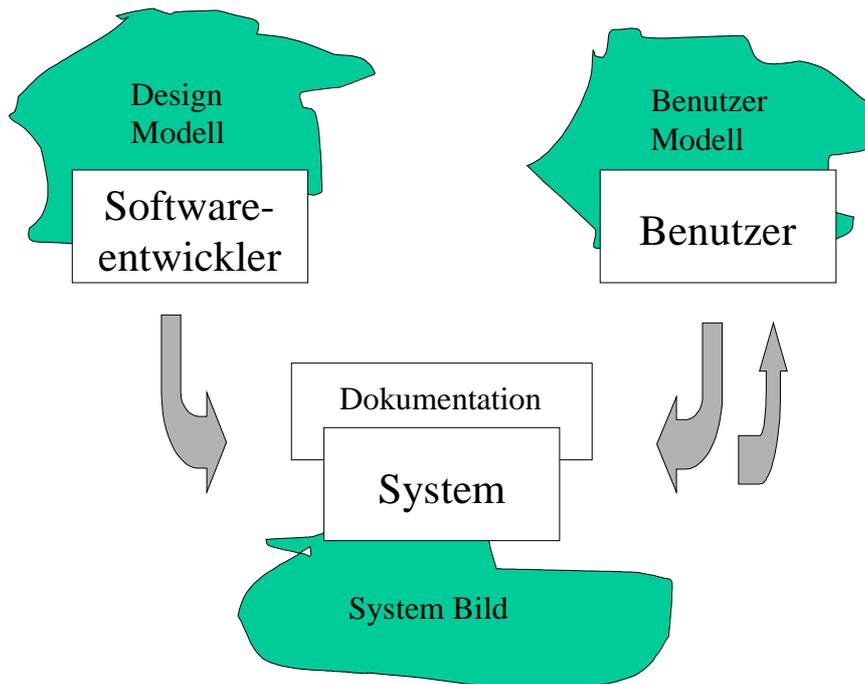


Abbildung 9: Wechselwirkungen der beteiligten Modelle bei der Nutzung von Software (Norman, 1985)

Das Problem besteht nun darin, daß es nicht nur unterschiedliche Modelle gibt, die zur Dekung gebracht werden müssen, sondern auch noch unterschiedliche Repräsentationsformen und unterschiedliche Ziele, mit denen sie formuliert werden (vgl. Abb. 9). Gleichzeitig handelt es sich bei den Benutzern und Entwicklern mit steigender Projektgröße um jeweils zunehmende Gruppengrößen mit wachsender Heterogenität.

Morgenbrod (1985) charakterisiert die Problemlösemittel der Benutzer durch praktischen Verstand. Die gebräuchliche Repräsentationsform für ihre Modelle ist die (gesprochene) Sprache. Von den Softwareentwicklern erhalten sie jedoch formale Modelle, meist in abstrakten Notationsformen. Umgekehrt sind Entwickler gewohnt, Probleme mittels formaler Logik, formaler Beschreibungs- und Computersprachen oder -modellen zu lösen und müssen diese für den Kontakt mit den Benutzern zuerst in Umgangssprache übersetzen. In der Interaktion sieht es so aus, daß der Entwickler ein formales Modell zur Problemlösung erschaffen muß. Dafür braucht er Angaben vom Benutzer, die er in gesprochenem Wort erhält. Diese setzt er um. Um das Modell zu erweitern, zu vervollständigen oder zu überprüfen, muß er den Benutzer erneut kontaktieren. Der versteht das formale Modell nicht, deshalb wird es zurückübersetzt. Der Benutzer kommentiert die Rückübersetzung erneut verbal, und so weiter...

Diese Übersetzungsschritte in der Interaktion fordern Mißverständnisse geradezu heraus. Ersetzt man die ablauforientierte Entwicklung von Software durch Objektorientierung, verschärft man die Problematik nur. Zum einen werden nun größere Projekte und eine Arbeitsteilung der Entwickler realistischer. Das bedeutet eine größere Anzahl von Beteiligten und damit mehr Chancen zu Mißverständnissen. Auf der anderen Seite beinhaltet Objektorientie-

ung ein iteratives Vorgehen und auf diese Weise einen wiederholten Kontakt zwischen den Beteiligten. So entstehen mehr Gelegenheiten für alle Beteiligten, sich falsch zu verstehen.

Damit die Gruppen der Entwickler und der Benutzer ihre mentalen Modelle abgleichen können, ist der herkömmliche Weg ungeeignet. Um den Weg zu erleichtern, darf die Interaktion keine Serie von Transformationen sein. Statt dessen wäre es sinnvoll, die Übersetzung am Anfang so zu gestalten, daß die mentalen Modelle für beide Seiten verständlich visualisiert sind. Durch die geeignete Visualisierung der mentalen Modelle wird auch ein Abgleich der Abbilder angeregt, der in eine benutzbare Software münden kann.

2.5.1 Die Beteiligten

Im Entwicklungsprozeß gibt es unterschiedliche Gruppen von Beteiligten, die im folgenden beleuchtet und definiert werden sollen. Morgenbrod (1985; vgl. Abb. 10) unterscheidet zwischen der technischen Gruppe einerseits und der Nutzergruppe andererseits. Das Modell von Morgenbrod ist ursprünglich für die Analysephase der Softwareentwicklung konzipiert und beschreibt die Beteiligten am Requirements Engineering (vgl. Kap. 3.1.). Es wird hier auf alle Phasen der objektorientierten Softwareentwicklung übertragen, da keine anderen Gruppen von Beteiligten zu erwarten sind.

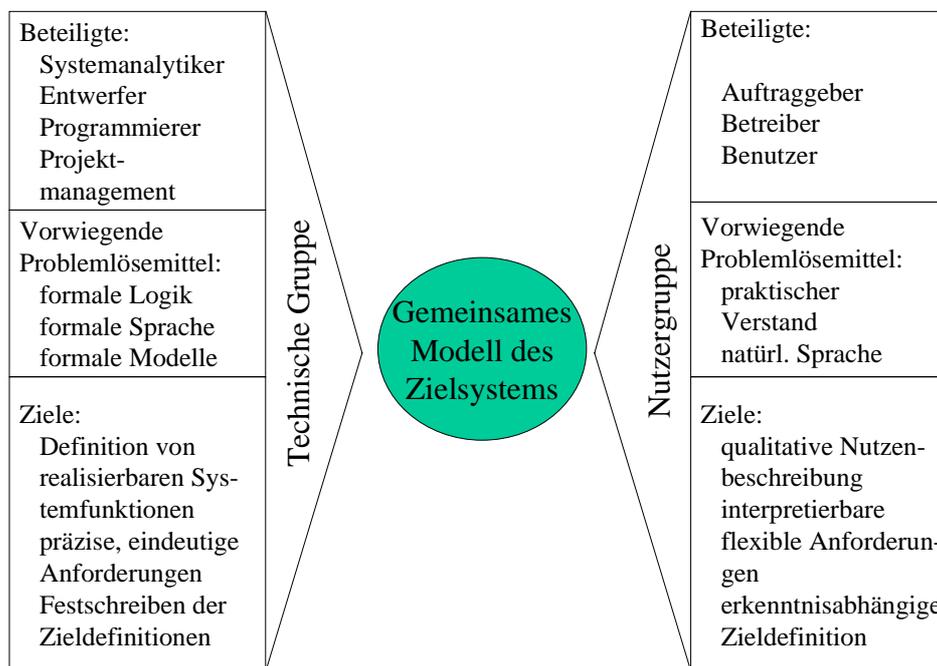


Abbildung 10: Charakteristika der an der Aufgabendefinition Beteiligten (Morgenbrod, 1985).

In der technischen Gruppe können sich Systemanalytiker, Entwerfer, Programmierer und Projektmanager befinden. Diese Gruppe kann unter der Verwendung der objektorientierten Methode in der Tendenz größere Projekte mit weitreichender Arbeitsteilung bearbeiten (vgl. Oesterreich, 1997). In dieser Arbeit soll immer dann von Softwareentwicklern gesprochen werden, wenn Mitglieder der technischen Gruppe gemeint sind.

Auch die Gruppe der Nutzer ist heterogen. Zu ihnen gehören Benutzer, die Auftraggeber der Entwicklung (z.B. das Management oder eine Fachabteilung) und die Betreiber, z.B. die Fachabteilung einer Organisation, die für die Datenverarbeitung verantwortlich ist. In dieser Arbeit wird diese Gruppe als Benutzer oder Nutzer zusammengefaßt. Ist vom Endbenutzer ohne die Betreiber und Auftraggeber die Rede, so wird vom Benutzer im engeren Sinne gesprochen.

Die Nutzergruppe zerfällt jedoch weiter in Untergruppen. Benutzer lassen sich in drei Grundtypen einteilen, charakterisiert durch Kenntnisse und Aufgaben (Partsch, 1991, S.42):

- Laien, die den Rechner als Hilfsmittel bei ihren fachlichen Tätigkeiten benutzen,
- Fachleute des Anwendungsgebiets, die mit der gelieferten Software arbeiten
- Rechnerbetriebsspezialisten, die dafür sorgen, daß das gelieferte Softwareprodukt den anderen Benutzern zur Verfügung steht, aber nicht selbst damit arbeiten.

Analog dazu lassen sich auch die Kenntnisse der Benutzer bezüglich der zu bearbeitenden Aufgabe selbst unterscheiden, in der sie Novizen oder Fachleute sein können. Diese Kenntnisse haben wieder Auswirkungen auf die Bedürfnisse der Benutzer, denen bei der Konstruktion der Software Rechnung getragen werden muß (Norman, 1986).

Aus der Heterogenität der Beteiligten ergibt sich die Anforderung, daß es nicht ausreichen kann, nur wenige Personen aus den Gruppen einzubeziehen. Eine stichprobenartige Einbindung der Nutzergruppe reicht für befriedigende Ergebnisse der Analyse nicht aus (Partsch, 1991). Gerade die Benutzer im engeren Sinne kommen in der Analysephase zu kurz. Hier fehlt ein Hilfsmittel, daß die subjektiven Modelle der Arbeit effizient und kostengünstig abbildet, um die Einbindung aller potentieller Endbenutzer zu gewährleisten. Deshalb ist es notwendig, nicht nur einzelne subjektive Modelle zu erheben, sondern flächendeckend die zukünftige Benutzergruppe zu untersuchen. Da in Organisationen eine Vollerhebung aller potentiellen Nutzer praxisfern ist, kommt es bei den Bemühungen um flächendeckende Modellierung darauf an, eine möglichst breite Schicht der Benutzer auszuwählen, und diese Auswahl begründet und nachvollziehbar zu machen.

2.5.2 Organisationale Aspekte

Die große Heterogenität der Beteiligten am Softwareentwicklungsprozeß legt nahe, daß Aspekte der Organisation einen entscheidenden Einfluß auf das Gelingen haben. Tatsächlich gibt es deshalb keine „*Silver Bullet*“: nicht bestimmte Methoden oder Werkzeuge sorgen für einen reibungslosen Ablauf des Entwicklungsprojektes, sondern die Passung an die Organisation (Loy, 1993). Die Voraussetzung für eine Organisation, sich erfolgreich für ein objektorientiertes Projekt zu entscheiden, ist es, die Möglichkeit zu haben, von Anfang an alle betroffenen Mitarbeiter (-gruppen) mit einzubeziehen.

Dabei scheinen zwei Merkmale der Organisation eine große Rolle für den Erfolg eines objektorientierten Softwareprojektes zu spielen (Twehues, 1994): zum einen eine geeignete Mit-

arbeiterführung und zum anderen ein passendes Projektmanagement. Die Mitarbeiterführung muß so gestaltet werden, daß Partizipation ermöglicht wird. Dem Projektmanagement fällt die Aufgabe zu, die Beteiligung der Projektteilnehmer zu ermöglichen und den Transfer zwischen den Fachbereichen und den Projektmitgliedern zu gewährleisten. Eine besondere Anforderung stellt dabei das iterative Vorgehen der Objektorientierung dar. Das Projektmanagement umfaßt die notwendigen planenden, steuernden, überwachenden, methodischen und personalbezogenen Aktivitäten zur Sicherstellung des Projekterfolgs (Rautenberger, Spinas, Strohm, Ulich & Waeber, 1994). Es wird klar, daß die Iteration auf alle Aktivitäten des Managements von Projekten Einfluß hat.

In einer Vielzahl von Publikationen wird mittlerweile bei der Einführung von objektorientierten Konzepten, jedoch vor allem eine notwendige Anpassung in der Projektorganisation gefordert und aufgezeigt (vgl. Flor, 1997; Floyd et al., 1997; Saleck, 1996).

Organisationale Aspekte spielen auch eine Rolle als Themen für die Einbindung der Mitarbeiter, wenn die Akzeptanz des Systems sichergestellt werden soll (Rautenberger et al., 1994). Hierbei sind besonders die Aspekte Arbeitsteilung und Arbeitsorganisation, Mensch- Computer- Funktionsteilung sowie der Entwicklungs- und Einführungsprozeß bzw. die Benutzerbeteiligung im Prozeß zu nennen.

Die herkömmlichen Modelltypen der Objektorientierung sind ungeeignet, das Projektmanagement, Mitarbeiterereinbindung und Führung zu unterstützen, da sie als fachspezifisches Instrument ein Hilfsmittel des Softwareentwicklers sind. Hier fehlt ein Instrument, das in gleichem Maße für alle Beteiligten verständlich Abläufe darstellt und das besonders von den Mitarbeitern als ihr „geistiges Eigentum“ verstanden wird.

2.5.3 Die semantische Lücke zwischen den Beteiligten

Bisher konnte gezeigt werden, welche unterschiedlichen Beteiligten es im Entwicklungsprozeß gibt, daß sie verschiedene Ziele verfolgen, und daß sie unterschiedliche Problembeschreibungen und -lösungsstrategien haben. Doch auch wenn der Übersetzungsprozeß gelingt, der von der technischen Gruppe im Kontakt mit den Benutzern gefordert wird (siehe oben), bleibt eine semantische Lücke, die in der Entwicklung von Software überwunden werden muß (Popp, 1994). Der Begriff der semantischen Lücke steht für das Verständnisproblem zwischen Benutzer und Entwickler, die im Entwicklungsprozeß unterschiedliche Aspekte der Arbeit betrachten.

Diese semantische Lücke führt zu Kommunikationsschwierigkeiten, die den Softwareentwicklungsprozeß empfindlich stören können. Diese Schwierigkeiten können in folgenden Sachverhalten ihre Ursachen haben (Chafin, 1989):

- Verwendung von „Codewörtern“ mit unterschiedlicher Semantik.
- Gebrauch von Schlagwörtern und Jargonausdrücken.

- Unterschiedliche Referenzterminologie.
- Fehlen einer gemeinsamen Verständnisgrundlage, eines gemeinsamen Hintergrunds oder gemeinsamer Erfahrungen.

Das Kernproblem der Kommunikation zwischen den Entwicklern und Benutzern sieht Popp (1994) darin, daß zwischen der Arbeitswelt der Benutzer und dem fachlichen Modell der Entwickler vermittelt werden muß. Dieses wird für die objektorientierte Softwareentwicklung entscheidender, da ein vermehrter Kontakt zwischen beiden Gruppen zu erwarten ist. Der Weg, mit dem diese semantische Lücke zu überwinden ist (vgl. Abb. 11), besteht darin, ein Modell der Arbeitswelt zu erstellen, über das sich alle Beteiligten einigen können.

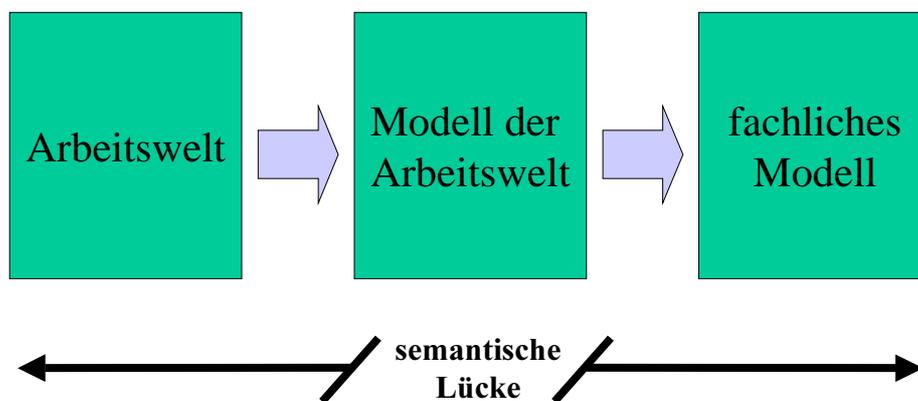


Abbildung 11: Semantische Lücke nach Popp (1994)

Dieses Modell der Arbeitswelt muß allerdings einigen Anforderungen genügen, um die Kommunikationsprobleme zu lösen. Neben den Anforderungen an Eindeutigkeit, Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit (vgl. Österle, 1982) muß ein solches Modell eine gemeinsame Verständnisgrundlage für die Beteiligten schaffen, um eventuell unterschiedliche Begriffe einheitlich zu benutzen. Das Arbeitsmodell muß also den Arbeitsablauf visualisieren, Begriffe eindeutig verwenden und strukturiert sein (Popp, 1994). Zusätzlich zu diesen Kriterien sollte das Modell der Arbeitswelt durch den Softwareentwickler und den Benutzer zusammen erstellt werden, damit eine Einigung über die Begriffe im Kontext erfolgen kann.

2.5.4 Softwareentwicklung als Problemlösungsprozeß

Eine weitere Perspektive, die eingenommen werden kann, begreift Softwareentwicklung als Problemlösungsprozeß. Eigentlich verbergen sich in der Objektorientierung vier unterschied-

liche Problembereiche hinter der Softwareentwicklung, wenn man dem erweiterten Baseballmodell folgt (siehe oben Abb. 9). Es handelt sich um die Vorgangsgestaltung, die objektorientierte Analyse, das objektorientierte Design und die Implementierung. Jede dieser Prozeßphasen stellt die Beteiligten vor ein anderes Problem, die Probleme unterscheiden sich auch abhängig von den Rollen der Beteiligten. Um zu untersuchen, um welche Probleme es sich handelt, müssen der Begriff des Problemlösens und unterschiedliche Problemtypen definiert werden.

Unter Problemlösen versteht man „das Bestreben, einen gegebenen Zustand (Ausgangszustand, Ist - Zustand) in einen anderen, gewünschten Zustand (Zielzustand, Soll - Zustand) überzuführen, wobei es gilt, eine Barriere zu überwinden, die sich zwischen Ausgangs- und Zielzustand befindet“ (Hussy, 1984, S. 114).

In Anlehnung an McCarthy (1956) sind zwei grundsätzliche Arten der Probleme zu unterscheiden (vgl. Dörner, 1979): Es gibt einerseits offene und geschlossene Probleme. Geschlossene Probleme zeichnen sich dadurch aus, daß Anfangs- und Endzustand bekannt sind, die Transformationen, die das Problem lösen, jedoch nicht. Offene Problemstellungen sind dadurch gekennzeichnet, daß weder über den Ausgangs-, noch über den Zielzustand Klarheit herrscht, und darüber hinaus die Transformationen nicht bekannt sind. Die Definition hat Schwächen, da es ja auch Problemstellungen geben kann, die zwischen offenen und geschlossenen Problemen liegen können, indem andere Kombinationen aus Anfangs-, Zielzustand und Transformationen nicht bekannt sind. Trotzdem ist das Problem, mit dem Softwareentwickler und Benutzer konfrontiert sind, eindeutig dem offenen Problemtyp zuzuordnen: Meist wissen sie nicht um die Ausgangszustände, bzw. die Auftragsstellung ist nicht ausreichend formuliert, und sie kennen die Zieldefinition nicht. Zusätzlich müssen die nötigen Transformationen erarbeitet werden.

Eine andere Aufteilung von Problemtypen nimmt Dörner (1987) vor. Er unterscheidet nach den Typen der Barriere: Interpolationsbarrieren liegen vor, wenn Ausgangs- und Zieldefinition vorliegen, auch die Transformationen bekannt sind, jedoch nicht deren Kombination und Abfolge. Ein Beispiel hierfür ist das Problem des Anagramms. Bei Synthesbarrieren sind zusätzlich die nötigen Transformationen unklar, wie beim Problem der Bildung von Zahlenreihen. Schließlich gibt es dialektische Barrieren. Diese heißen so, da die Lösungsalternativen erst auf externe oder interne Widersprüche geprüft und optimiert werden müssen. Im Sinne von McCarthy handelte es sich hierbei um ein offenes Problem, während die ersten beiden Problemtypen den geschlossenen Problemen zuzuordnen sind. Deshalb sind auch die Probleme des Softwarespezialisten im Problemtyp der dialektischen Barriere zu finden.

Diese Sicht von Problemen als Hindernis, das überwunden werden muß, findet sich auch in der „*sense making theory*“ (Dervin, 1983). Zentrale Aussage der Theorie ist, daß Informationssuche und -nutzung Prozesse sind, mit denen Menschen versuchen, ihre Umwelt zu strukturieren. Probleme werden in der Theorie als „*gaps*“ aufgefaßt (vgl. Kap. 2.4.3 und 4.1.2).

Problemlösungsstrategien sind die Aktivitäten „*gap defining*“ und „*gap bridging*“. Savolainen (1993) bemerkt hierzu, daß das Vorhandensein von Informationen aus dieser Perspektive der entscheidende Faktor für die Problemlösung sei. Die Perspektive, ausschließlich den Datenfluß für die Softwareentwicklung heranzuziehen, ist also unzureichend. Statt dessen müssen die Informationsflüsse aus Sicht des Nutzerverhaltens studiert werden, um aus deren Informationsbedarf die geeignete Software für deren Problemlösung zu schaffen.

Aus den drei Ansätzen lassen sich folgende Schlüsse ziehen. Zum einen zeichnen sich die Probleme der Beteiligten während der Phasen der Softwareentwicklung dadurch aus, daß sie unstrukturiert sind. Die Überwindung der Barrieren fällt leichter, wenn man den Beteiligten Mittel an die Hand gibt, ihre Probleme in Teilprobleme zu zerlegen oder zu strukturieren (vgl. Dörner, 1987). Dabei ist es sinnvoll, nach Informationen zu strukturieren, die der Perspektive der Nutzer und nicht der Datenflußsicht folgen. Deshalb muß die objektorientierte Softwareentwicklung durch ein Instrument unterstützt werden, das die Aufgaben aus Sicht der Benutzer schildert und dabei in der Lage ist, die Aufgaben in einzelne Probleme und Teilprobleme zu zerteilen, um die Abläufe zu strukturieren.

2.5.5 Benutzerzentriertes Design

Information wird in der Softwareentwicklung oft als Größe betrachtet, die unabhängig von den Menschen ist, die sie austauschen. Als solche hat sie einen wahren Wert und eine testbare Beziehung zur realen Welt, die sie beschreibt. Ein Bit an Information müßte demnach zu den gleichen Ergebnissen in den Händen verschiedener Personen führen (Dervin, 1983, S. 160). Tatsächlich aber ist der Wert einer Information abhängig von der Person und der Situation, in der sie sich befindet (Negroponte, 1995). Konsequenterweise weitergedacht verarbeitete Software ebenfalls Informationen, die in Abhängigkeit von der Situation und vom Bearbeiter zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können.

Die Messung von Effektivität von Software ist nicht allein durch objektive Kriterien möglich (Thong & Yap, 1996). Statt dessen kann viel durch Benutzerzufriedenheit erklärt werden. Diese Zufriedenheit läßt sich vor allem auch durch die Beteiligung der Benutzer erreichen.

Die Kriterien dafür, ob Benutzerfreundlichkeit gegeben ist, sind bedingt durch die mentale Repräsentation von Aufgabe und Arbeitsmittel. Diese geistige Abbildung ist wegen der handlungsregulierenden Funktion von entscheidender Bedeutung (Ulich, 1994, S. 351).

So konstatiert Norman (1986, S. 33) den Unterschied zwischen den physikalischen Variablen, die einen Vorgang steuern, und den psychologischen. An seinem Beispiel des Problems des Füllens einer Badewanne wird der Unterschied klar: Physikalisch wird der Zufluß von heißem und kaltem Wasser durch zwei getrennte Ventile gesteuert. Für die Person, die sich ein Bad einläßt, ist jedoch die Wassertemperatur des Bads und die Zuflußmenge entscheidend, die sie nur mittelbar durch das Aufdrehen von Wasserhähnen bestimmen kann. Soll also eine Person durch eine bessere Technik unterstützt werden, müssen nicht die physikalischen Vorgänge

erfragt werden, sondern ihre spezifischen Bedürfnisse und Ziele. In anderen Worten, es muß ein subjektives zielorientiertes Vorgangsmodell erzeugt werden. In diesem Fall wurde das Problem durch die Erfindung der Mischhebel gelöst, die Zufluß und Wärme direkt regelbar macht.

Design von Software kann zwei Paradigmen folgen, einer technikzentrierten und einer benutzerzentrierten Perspektive (Hamborg & Schweppenhäüßer, 1991, S. 8). Das technikzentrierte Design von Software führt zum Ersetzen menschlicher Arbeit durch die Arbeit des Computers. Der Mensch wird dadurch zum Lückenbüßer der Technik, es kommt zur Taylorisierung geistiger Arbeit (Ulich et al., 1987). Die benutzerzentrierte Perspektive dagegen sorgt dafür, daß eine ganzheitliche Vorgangsbearbeitung ermöglicht wird.

In der benutzerzentrierten Perspektive soll eine richtige, d.h. angemessene Aufgabenteilung zwischen System und Benutzer angestrebt werden. Die Softwaretools sollen das Gefühl des Verstehens und der Kontrolle vermitteln (Illich, 1973). Illich spricht bei Software, die diesen Anforderungen entspricht, von „*convival tools*“.

„Hier liefert der Computer dem Benutzer die von ihm gewünschten Informationen zur eigenen weiteren Verarbeitung. Vergleichs-, Beurteilungs- und Entscheidungsprozesse verbleiben damit beim Benutzer des technischen Systems“ (Ulich et al., 1987, S. 133). Dieses hat unter anderem Auswirkungen auf die Qualifikation des Nutzers und die Akzeptanz des neuen Systems (Frese & Brodbeck, 1989). Personenzentriertes Design führt zu einer deutlichen Höherqualifizierung und zu vermehrter Akzeptanz der Software.

Das Einbeziehen der Benutzer kann auf verschiedene Weisen und an verschiedenen Punkten geschehen. Folgt man dem Ansatz des Cognitive Engineering (Norman, 1986; vgl. Kap. 4.1.2) dann kann die Einbeziehung der Nutzer nur dann gelingen, wenn Benutzungsschnittstellen-Design und System-Design getrennt werden. Das bedeutet, daß die Bedienoberfläche unabhängig von der Funktionalität des Systems entwickelt wird, wie es in der Objektorientierung vorgeschlagen wird (Oesterreich, 1997, S. 111). Der Benutzer wird bei der Gestaltung der Schnittstelle eingebunden, wobei dem Design ein großes Gewicht zukommt, da es die Aufgabendurchführung beeinflusst. Ein benutzerzentrierter Designvorgang zeichnet sich dadurch aus, daß mit den Bedürfnissen des Nutzers begonnen wird (Norman, 1986). Folgt man diesen Forderungen, müssen die Bedürfnisse der Nutzer in einer Weise erfaßt werden, daß sie zu jedem Zeitpunkt der Iteration zugänglich und verständlich sind. Dieses kann dann am besten passieren, wenn die Bedürfnisse zusammen mit einem Modell der Aufgabe erhoben werden.

In der ISO 13407 werden diese Anforderungen berücksichtigt (vgl. Abb. 12). Die Norm beschäftigt sich mit Softwareentwicklungsprojekten und sieht ein iteratives Vorgehen vor (vgl. Kap. 2.4). Projektziel ist ein Produkt, das die Benutzeranforderungen erfüllt. Dazu werden Anforderungen der Benutzer abgeleitet und Prototypen erstellt, die durch den Benutzer auf ihre Tauglichkeit überprüft werden.

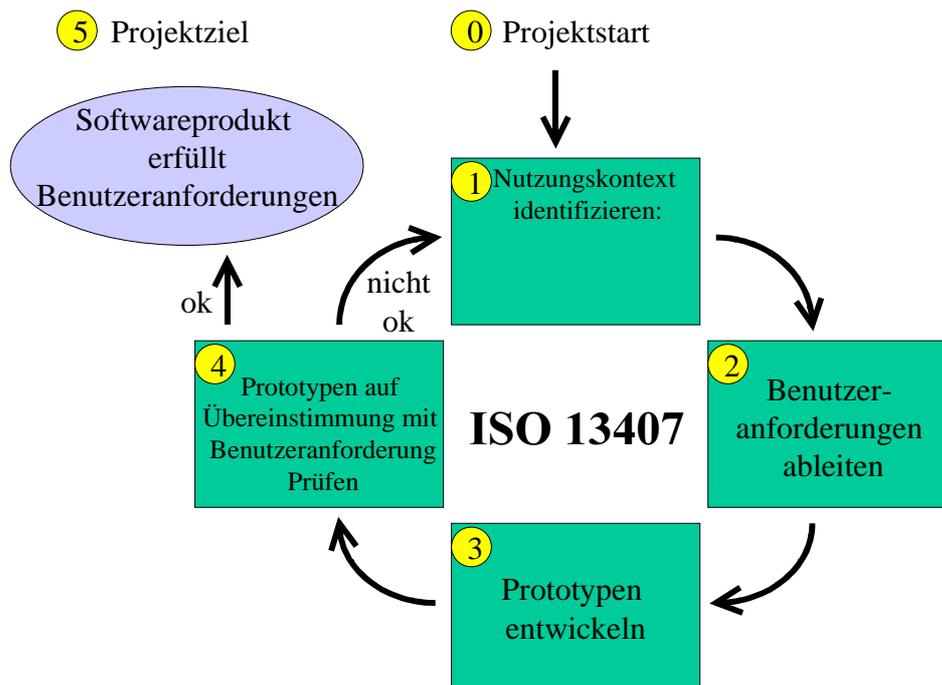


Abbildung 12: Vorgehen der ISO 13407 (Zitiert nach C'T, 1998)

2.6 Die Aufgabenträger als Datenquelle für Vorgänge

Bisher wurde dargestellt, daß die mentalen Modelle der Benutzer entscheidend für die notwendige Aufgabenangemessenheit der Software sind. Der Benutzer benötigt die Software als Werkzeug zur Erledigung seiner Aufgabe. Dabei ist der Nutzer in seiner Rolle als Aufgabenträger derjenige, der über seine Aufgabe am besten Bescheid weiß. Seine Bedürfnisse abzufragen bedeutet nicht einfach nur, durch die Erfüllung seiner Wünsche mehr Akzeptanz für das Produkt zu bekommen, sondern ganz essentiell, das richtige Werkzeug zu erschaffen. Hier fällt es schwer, Standardlösungen anzubieten:

“You can’t push a button so that the system comes out on the other side. And if you can then the user is left behind”. (Ross Smith zitiert nach Kilov & Harvey, 1994, S. 139).

Außerdem werden Benutzer sowohl für die objektorientierte Analyse als auch für die Arbeitsgestaltung benötigt. Somit ist ihre Einbindung in den Prozeß ein wichtiger Faktor.

Den Benutzer als Spezialisten für die Aufgabe mit in die Softwareentwicklung einzubinden, ist kein neuer Gedanke. In der Objektorientierung geschieht dies in der objektorientierte Analyse mittels verschiedener Befragungstechniken und des Studiums der betrieblichen Spezifikationen/Unterlagen (vgl. Kap. 3.1.2. und 4.3). Als Informationsquellen für die Erhebung der betrieblichen Abläufe und zur Ermittlung der Spezifikationen werden von Softwareentwicklern Beobachtung, Messung und Schätzung von Softwareentwicklern bevorzugt (Partsch, 1991). Persönliche Gespräche, Konferenzen und Fragebögen werden als unvermeidbar, aber schwierig eingestuft, da „hier nämlich noch eine psychologische Komponente ins Spiel [kommt], etwa dadurch, daß die Befragten gegenüber Änderungen mißtrauisch sind und daher

die Mitarbeit verweigern oder gar absichtlich falsche Informationen geben“ (Partsch, 1991, S.43). Die Befragungstechniken haben dabei einen besonderen Stellenwert, denn im betrieblichen Umfeld sind zu vielen Abläufen keine oder unzureichende Dokumente verfügbar. Außerdem ist für die Aufgabenangemessenheit nicht entscheidend, wie ein Ablauf geplant wurde, sondern wie er durchgeführt wird (Hartman et. al., 1984). Insbesondere im objektorientierten Software Engineering (Jacobson, 1992) nimmt die Analyse der Use-Cases einen besonderen Platz ein. Die ersten Schritte der Softwareentwicklung sind die Transformationen der erhobenen Spezifikationen der Software zum Requirements- Modell. Dieses geschieht mittels des Use-Case- Modells, das eine typische Auftragsbewältigung aus der Perspektive des Benutzers darstellt. Use-Cases sollen einfach zu erheben sein, da sie den Beteiligten leicht zugänglich sind (a.a.O.) Diese Erfahrung teilt Eisenecker (1992; vgl. Eisenecker & Köpf, 1993) nicht, wenn er anmerkt, daß im Gegenteil zur Erhebung von Use-Cases besondere, strukturierte Methoden nötig sind. Damit geht er mit Hartman et. al. (1994) konform, die zu den Erhebungsmethoden während der Analysephase sagen:

„Our experience is that we often have to derive such requirements from interviews and discussions with domain or subject matter experts and individual users“ (S. 26).

Sie schlagen eine Erweiterung der Analyse durch das Modellieren von Geschäftsprozessen vor. Diese Modelle sollen den Soll- Zustand des Ablaufs darstellen.

Folgt man dieser Idee, ist es also hilfreich für die Analyse, zusätzlich zu anderen Daten den Soll- Zustand der Arbeit abzubilden. Diese erweiterte Datengewinnung greift für die objektorientierte Softwareentwicklung an zwei Punkten zu kurz. Zum einen ist die Formulierung des Soll- Zustands für die Mitarbeiter nicht einfach. Dagegen kann der Ist- Zustand leicht beschrieben werden, da er in der täglichen Arbeit erlebt wird. Zum anderen ist die Iteration ein entscheidender Bestandteil der Objektorientierung. Eine einmalige und endgültige Beschreibung des Soll- Zustandes würde die Vorteile des iterativen Vorgehens nicht nutzen.

Diese Forderung erweitert die Aufteilung der Analyseaktivitäten von Hartman, Jewell, Scott und Thornton (1994), zu denen folgende Schritte gehören:

- User Analysis: detaillierte Beschreibung der Benutzerpopulation
- Task Analysis: Darstellung der tatsächlich gemachten Arbeitsaktivitäten der Benutzer
- User Interaction Design: Visualisierung der Benutzungsschnittstelle und Festlegung der Mensch- Computer Interaktion
- Usability Assurance: Test des Designs bereits während der Entwicklung, um sicherzustellen, daß die Bedürfnisse der Benutzer getroffen werden

Im folgenden sollen die Ebenen der Modellbildung dargestellt werden. Es wird erläutert, wieso eine ausschließliche Modellierung der Aufgabe zu kurz greift, und wie die Beschreibung des Vorgangs abgeleitet wird.

2.6.1 Ebenen der Modellbildung

Softwareentwicklung wird immer mehr durch Prozeßmodelle unterstützt. Ein beachtlicher Anteil an Forschungsaktivität ist investiert worden, um Prozeßmodellsprachen und automatisierte Umsetzungen zu entwickeln (Finkelstein, Kramer & Nuseibeh, 1994).

Die verschiedenen Modelltypen, die durch diese Aktivitäten entstanden sind, werfen die Frage auf, wie man mit unterschiedlichen Modellen umgehen soll, wenn man mehrere Perspektiven von Spezifikationen hat (Finkelstein, Gabbay, Hunter & Nuseibeh, 1993). Alle Prozeßmodellsprachen (vgl. Kap. 3.1.2) zeichnen eine bestimmte Abbildung des Prozesses. Dabei kann der betriebliche Ablauf auf unterschiedlichen Ebenen abgebildet werden (vgl. Abb. 13).

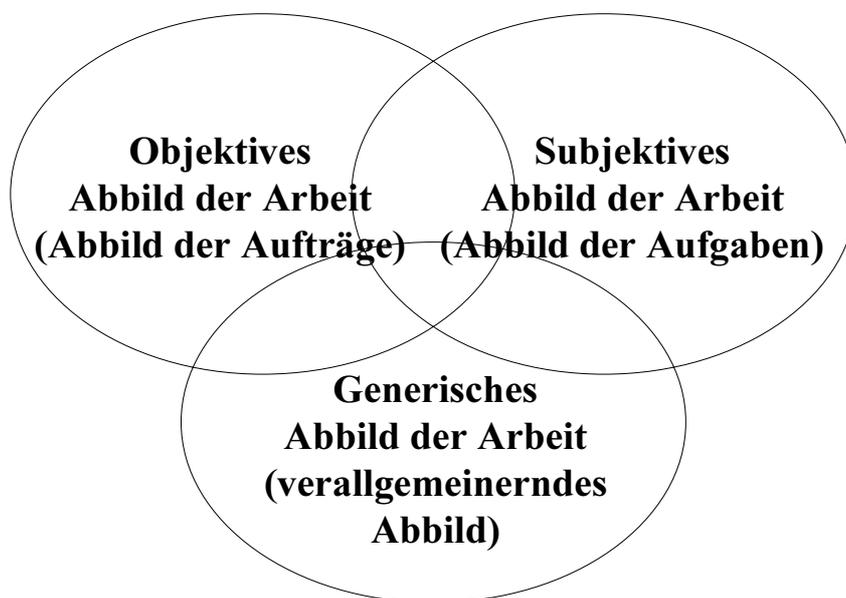


Abbildung 13: Ebenen der Modellbildung

Grundsätzlich sind drei Ebenen der Abbildungen von Arbeitsprozessen denkbar (vgl. Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold, 1995), eine objektive, eine subjektive und eine generische. Unter der objektiven Abbildung der Arbeit ist das Abbild der Aufträge zu verstehen. Im betrieblichen Kontext gibt es dazu Arbeitsbeschreibungen oder Qualitätsmanagementpläne. Sehr oft sind die Modelle aber nicht vorhanden oder veraltet. Unter generischen Modellen können all jene Modelle gefaßt werden, die aus verschiedenen Quellen generiert sind und verschiedene Sichtweisen kombinieren. Alle fachspezifischen Prozeßmodelle, die für die Objektorientierung nötig sind, lassen sich darunter aufführen. Schließlich gibt es auch das subjektive Abbild der Arbeit. Wie bis hierher abgeleitet, bestimmt es den Umgang mit der Software maßgeblich, und es wird sowohl für die Gestaltung der Arbeit, als auch für die restlichen Schritte der Objektorientierung benötigt. Die Methoden der Gewinnung der Daten sind vorrangig Befragungstechniken, die kein hinreichend strukturiertes Abbild der Arbeit schaffen. Hier besteht ein Bedürfnis, das durch ein Instrument zur Abbildung der subjektiven Arbeitsabläufe zu decken ist.

Eine widersprüchliche Auffassung, von der subjektive und generische Modelle der Arbeit im hier verwendeten Sinne abzugrenzen sind, ist die von Agarwai, Sinha und Tanniru, (1996). Sie sehen subjektive Abbilder bereits als generische Wissensstrukturen an, da diese aus einer Vielzahl von verschiedenen Erfahrungen generiert worden sind. Subjektive Sichtweisen kommt auch in der Forschung zu „*multi- views- systems*“ zum tragen (Niskier, Maibaum & Schwabe, 1989), die ebenfalls zu generischen Modellen zusammengetragen werden. Folgt man dieser Auffassung, wären subjektive Abbilder nicht mehr von jenen zu unterscheiden, die interpersonal oder intersubjektiv entstanden sind. Im folgenden sollen also alle Modelle subjektiv heißen, die eine Person ohne Elemente anderer Personen für sich selbst erzeugt hat. Dennoch sind zwischen den verschiedenen Ebenen der Modellbildung Schnittmengen denkbar und beabsichtigt. Eine vollständige und eindeutige Trennung der Ebenen ist nicht möglich.

2.6.2 Von der Aufgabe zum Vorgang

Bisher konnte gezeigt werden, daß einerseits Prozeßmodelle für die objektorientierte Softwareentwicklung hilfreich sind, während es auf der anderen Seite sinnvoll ist, die subjektive Sicht der Benutzer in den Entwicklungsprozeß mit einzubeziehen. Das subjektive Modell der Aufgabe kann schon jetzt seinen Weg in die Softwareentwicklung als Use-Case finden (vgl. Jacobson et al., 1992). Für die Erhebung von Use-Cases wird jedoch eine Unterstützung benötigt (siehe oben). Für die parallele Arbeitsgestaltung sind die subjektiven Aufgabenmodelle ebenfalls sinnvoll.

An dieser Stelle soll gezeigt werden, daß das Modell der Aufgabe des Benutzers nicht ausreicht, um seine Bedürfnisse durch die Software zu befriedigen, und auch nicht, um das Reengineering des Arbeitsprozesses durchzuführen.

Im betrieblichen Kontext wird der Produktionsprozeß durch Aufträge, mehr oder weniger explizit, an die Mitarbeiter weitergegeben. Die Aufträge werden in Organisationen in der Regel von hierarchisch höher stehenden Personen an hierarchisch niedriger stehende vergeben, um die Durchführung des Produktionsprozesses sicherzustellen (Matern, 1993; vgl. Kap. 4). Die Mitarbeiter formulieren diese Aufträge so um, daß ihre Aufgaben daraus entstehen (Ulich, 1994). Diese Aufgaben müssen nicht mit den Aufträgen deckungsgleich sein. Ein Auftrag zeichnet sich durch den objektiven Handlungsspielraum aus, der dem Auftragnehmer zur Erfüllung des Auftrags zugebilligt wird. Es werden nur Teile des objektiven Handlungsspielraums wahrgenommen, und in der Aufgabe tritt an Stelle des objektiven der subjektive Handlungsspielraum, der die Auswirkungen der Arbeit auf den Ausführenden bestimmt (Hacker & Richter, 1980). Wichtige Faktoren, die eine Umformulierung zur Aufgabe beeinflussen, sind die Qualifikation, die Vorlieben, der subjektive Handlungsspielraum und ein Bemühen des Handelnden, die Handlung auf ein sinnvolles Ziel auszurichten (Hacker, 1986).

Die Aufgabe wird dabei von den Sachzielen des Mitarbeiters, z.B. ein festgelegtes Ergebnis zu produzieren, und durch seine Formalziele, z.B. Qualität, Termintreue, bestimmt (Ferstl &

Sinz, 1993; vgl. Abb. 14). Zusätzlich ist die Aufgabe in die Abfolge aus Vor- und Nachereignissen eingebunden. Die Wahrnehmung dieses Ablaufs, die nötigen Ausgangsprodukte und die Hypothesen über ihre Entstehung, die Produkte, die ein Mitarbeiter erzeugt, und die Ideen über ihre Weiterverarbeitung bestimmen den subjektiven Handlungsspielraum, da die Handlungen auf ein sinnvolles Ziel ausgerichtet werden.

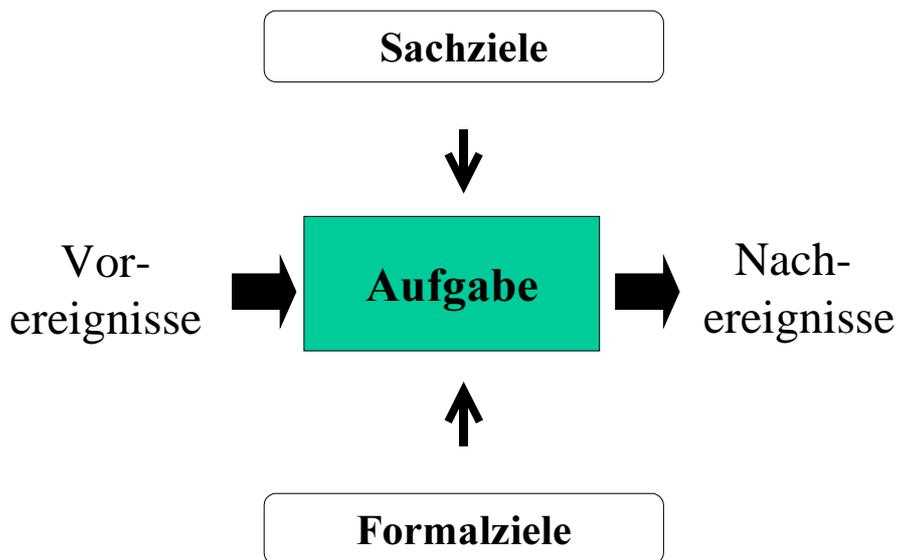


Abbildung 14: Einbettung der Aufgabe nach Ferstl und Sinz (1993)

Überträgt man diese Überlegungen auf den Use-Case Ansatz, kann sich die typische Benutzung dadurch verändern, welche Formal- und Sachziele der Benutzer verfolgt. Der Use-Case kann sich allerdings auch dadurch verändern, daß durch den Nutzer Störungen des Ablaufs antizipiert (= Hypothesen über die vor- oder nachgelagerte Produktion) werden, und er seine Aufgabe darauf einstellt. Also bestimmen die Hypothesen über den umgebenden Produktionsprozeß direkt seinen wahrgenommenen Handlungsspielraum.

Gleichfalls spielt das Benutzermodell des Vorgangs eine Rolle für die Arbeitsgestaltung. Hier wird die Verbesserung der Schnittstellen dadurch erleichtert, daß die Mitarbeiter die Erwartungen kennen, die andere von ihren Aufgaben haben, und hier eine leichtere Passung in den Kunden- Lieferantenbeziehungen hergestellt werden kann (Cierjacks & Menzel, 1996). Besonders für eine Vorgangsanalyse, die Problembewältigung einschätzen soll, ist der subjektive Vorgang entscheidend, da angemessene mentale Modelle die Bedingung zur Bewältigung von Problemen darstellen (vgl. Hacker, 1986; Schüpach, 1989; Widdel, 1990). Ein anderer Aspekt, der sich vor allem durch die Betrachtung der subjektiven Vorgangsmodele erschließt, ist die gemeinschaftliche Selbstregulation (Alioth & Ulich, 1981). Diese kann nur erfolgen, wenn die subjektiven Vorgangsmodele der Beteiligten in einem Mindestmaß übereinstimmen.

2.6.3 Die Definition des Vorgangs

Die Beschreibung der Aufgabe aus Sicht der Nutzer genügt nicht, den objektorientierten Softwareentwicklungsprozeß optimal zu unterstützen. Ein Modell des Vorgangs aus Benutzersicht ist wesentlich hilfreicher für die Entwicklung. Analog zu den verschiedenen Ebenen der Modellbildung soll in diesem Abschnitt definiert werden, was unter einem subjektiven Vorgangmodell zu verstehen ist.

Auch zum Vorgang, ebenso wie zur Aufgabe, sind drei Ebenen der Modellbildung denkbar (vgl. Abb. 15). Es ist möglich, ein Bild des objektiven Vorgangs zu erstellen, das sich am Produktionsprozeß orientiert. Auf der anderen Seite kann aber ein Vorgangmodell die subjektive Sicht des Mitarbeiters auf den Vorgang enthalten. Es wird also kein Modell des Produktionsprozesses selbst, sondern ein Modell des Abbilds des Prozesses gemacht, wie ihn sich der Mitarbeiter vorstellt. Schließlich besteht auch die Möglichkeit, ein generisches Vorgangmodell zu erarbeiten. Es spiegelt nicht die Sicht eines Einzelnen oder ausschließlich eine subjektive oder objektive Sichtweise wieder, sondern fügt mehrere Betrachtungsweisen zusammen.

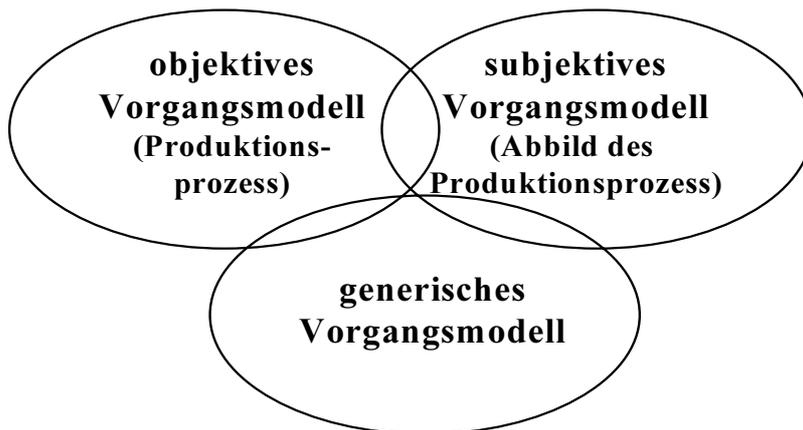


Abbildung 15: mögliche Abbildungen von Vorgängen in Vorgangmodelle

Genau wie bei den Aufgabenmodellen gibt es eine ganze Reihe von Ansätzen, die objektive und generische Modelle erzeugen (Scheer, 1998; Popp, 1994; vgl. Partsch, 1991). Eine Unterstützung bei der strukturierten Abbildung der subjektiven Modelle des Vorgangs durch die Benutzer ist aber dabei nicht zu finden.

Es stellt sich nun die Frage, welche Elemente des subjektive Vorgangmodells für die objektorientierte Softwareentwicklung entscheidend sind. Es sprechen zwei Argumente dafür, das Vorgangmodell an den Produktionsprozeß anzulehnen. Zum einen ist es hilfreich, die objektorientierte Softwareentwicklung durch Prozeßmodelle zu unterstützen (Finkelstein, Kramer & Nuseibeh, 1994). Die Einbettung der Aufgabe in den Produktionsprozeß muß sichtbar gemacht werden. Zum anderen muß die Analyse der Aufgabe so geschehen, daß die Einbettung in die produktionsprozeßorientierte objektive Vorgangsanalyse zumindest möglich ist (vgl. Matern 1983).

Der Kern des subjektiven Vorgangsmodells bleibt das Aufgabenmodell, denn hier liegt die Kernkompetenz des Benutzers (vgl. Abb. 16). Der Benutzer wird in die Modellierung seines Aufgabenmodells als Spezialist für seine Arbeit in die Softwareentwicklung eingebunden. In Anlehnung an Ferstl und Sinz (1993; vgl. Kap. 2.5.2) erweitern die vor- und nachgelagerten Tätigkeiten in der Reihenfolge des Produktionsprozesses das Vorgangsmodell. Damit werden die Schnittstellen zu anderen Bereichen weitgehend abgedeckt. Schließlich fehlen noch die Schnittstellen zu den indirekten Bereichen, ohne die eine Aufgabe nicht durchzuführen ist, um z.B. Probleme der Wartung oder Qualitätssicherung nicht zu vernachlässigen. In die indirekten Bereiche spielen alle Tätigkeiten hinein, die der Sekundäraufgabe der Organisation zuzuordnen sind (vgl. Ulich, 1994; Kap. 4.2).

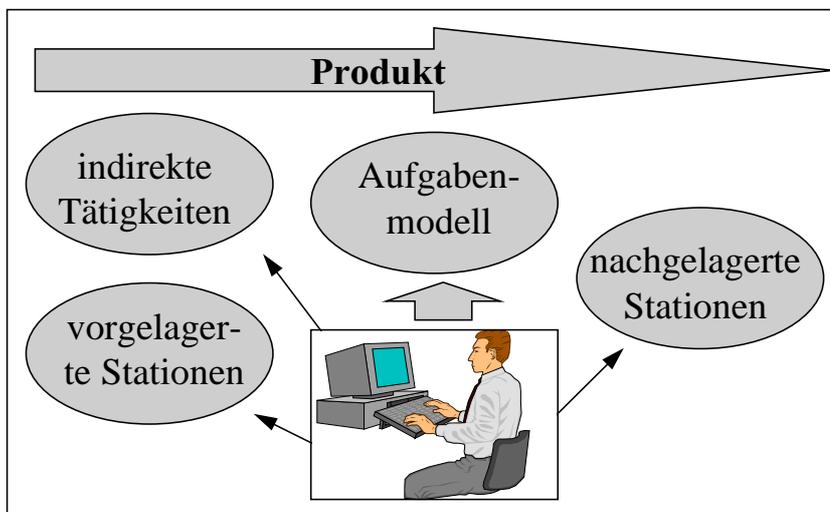


Abbildung 16: Einbettung des Aufgabenmodells in das Vorgangsmodell

2.7 Zusammenfassung: Subjektive Vorgangsmodelle zur Erweiterung der Datensuche für die objektorientierte Softwareentwicklung

Ziel des zweiten Kapitels war es, zu zeigen, daß objektorientierte Softwareentwicklung eine besondere Form der Analyse von Arbeit benötigt.

Objektorientierung zeichnet sich dadurch aus, daß Daten und Methoden zu Objekten zusammengekoppelt werden. Das Zusammenspielen der verschiedenen Objekte sorgt für das Funktionieren des Programms. Objektorientierung bietet eine große Anzahl von technischen Vorteilen, wie z.B. die Möglichkeit zum Erschließen komplexer Anwendungsgebiete, Wiederverwendbarkeit und leichte Wartbarkeit der Programme. An erster Stelle der Vorteile, die nicht auf die Technik zentriert sind, steht die Erleichterung der Kommunikation zwischen Entwicklern und Anwendungsspezialisten durch die anthropomorphe Sichtweise der Objektorientierung. Die Perspektive der Benutzer wird vor allem im Use-Case Ansatz berücksichtigt, indem die Beschreibung des typischen Anwendungsfalles durch den User herangezogen wird, um Objekte zu identifizieren. Die Besonderheiten der Objektorientierung bestehen zum einen

im iterativen Vorgehen, zum anderen in der veränderten Denkweise, die vom Softwareentwickler gefordert wird.

Der Unterschied im Denken, im Vergleich zur prozeßorientierten Programmierung, erfordert, daß sich der Entwickler nicht am Fortschritt des Vorgangs orientiert, sondern die Probleme hinter dem betrieblichen Ablauf verstehen muß. Die Vorteile der Objektorientierung können vor allem dann zur Geltung kommen, wenn die Entwickler die passenden Modelle beherrschen, die sie zur Entwicklung nutzen. Hier müssen die Benutzer in die Abbildung des Arbeitsablaufes mit eingebunden werden und Verantwortung für die Beschreibung und Modellierung des Ablaufes übernehmen können.

Das iterative Vorgehen verändert den Lebenszyklus der Software, insbesondere während der Entwicklungsphase. Hier findet eine zyklische Bearbeitung der verschiedenen Phasen statt, was bedeutet, daß sich die Beteiligten wiederholt treffen müssen, um die Inhalte der betrieblichen Vorgänge zu erörtern und zu vertiefen. Sollen die Vorteile der objektorientierten Softwareentwicklung ausgeschöpft werden, muß der Lebenszyklus um eine weitere Phase ergänzt werden, die vor allem in der Verantwortung der Benutzer steht. Während des Durchlaufens der herkömmlichen Phasen der Entwicklung muß auch der eigentliche betriebliche Vorgang iterativ auf die Möglichkeiten und Chancen der Software zugeschnitten werden. Die Analyse der Arbeit dient also nicht nur der Entdeckung von Objekten für den Use-Case sondern auch der Gestaltung der betrieblichen Abläufe.

Für die Qualität der Software ist die Aufgabenangemessenheit entscheidend. Dabei ist es notwendig, die Aufgaben der Benutzer abbilden zu können. Da es sich bei der Entwicklung von Software um einen Abbildungsprozeß der Realität in ein Programm handelt, der in mehreren Schritten verläuft, kann eine Qualitätsverbesserung auch über eine Verringerung der Anzahl der Transformationen erreicht werden. Um mit weniger Übersetzungsschritten auszukommen, bietet es sich an, die Benutzersicht direkt strukturiert zu erfassen und zu visualisieren. Ein weiteres Argument dafür ist, daß für eine aufgabenangemessene Software die mentalen Modelle von Softwareingenieur und Benutzer übereinstimmen müssen. Entscheidend für die Analyse des Entwicklers ist also die subjektive Sichtweise der Nutzer. Diese bestimmt sowohl die Problemlösefähigkeit während der Programmbenutzung als auch während des Entwicklungsprozesses. Es reicht nicht, nur bestimmte Nutzer der Software mit einzubeziehen. Statt dessen sollten die mentalen Modelle von möglichst allen Benutzern erhoben werden.

Dieses Ziel wird durch die Tatsache erschwert, daß Objektorientierung durch eine vermehrte Arbeitsteilung und durch größere Projektumfänge potentiell zu eher mehr und zu heterogeneren Gruppen von Benutzern und Entwicklern führt. Auch sind vermehrte Kontakte zwischen den Beteiligten zu erwarten. Diese können durch eine eindeutige gemeinsame Grundlage der Verständigung über die betrieblichen Abläufe erleichtert werden. Dabei gibt es bereits Hilfsmittel, die generische oder objektive Beschreibungen der Abläufe bieten können. Die eigentli-

chen Beschreibungen der subjektiven Sichtweise der Benutzer im Sinne von Use-Cases fehlen aber.

Inhalt dieser Beschreibung müssen das Aufgabenmodell selbst, sowie die vor-, nachgelagerten und indirekten Bereiche sein, da alle das Arbeitsergebnis mit beeinflussen.

Zusammengefaßt betrachtet, fehlt also ein Instrument, das dem Benutzer dabei hilft, die betrieblichen Abläufe aus ihrer Sicht effizient und strukturiert zu beschreiben. Die Arbeit muß auf verschiedenen Abstraktionsebenen dargestellt werden können, und das Instrument muß sowohl bei der Abbildung als auch bei der Gestaltung der Arbeit hilfreich sein.

3 Anforderungen an subjektive Vorgangsmodelle aus der Softwareentwicklung

Im letzten Kapitel wurde aufgezeigt, daß ein Hilfsmittel zur strukturierten Darstellung der subjektiven Vorgangsmodelle, die sich Benutzer über ihre Arbeit gebildet haben, fehlt. In den folgenden beiden Kapiteln wird die Frage behandelt werden, welche Inhalte in diesen Modellen dargestellt werden sollen, und welche Merkmale das Instrument haben muß, um den objektorientierten Softwareentwicklungsprozeß zu unterstützen. In diesem Kapitel soll die Frage geklärt werden, welchen Anforderungen ein Instrument zur Analyse subjektiver Vorgangsmodelle genügen muß, um für die objektorientierte Softwareentwicklung einen Beitrag leisten zu können.

Die besondere Leistung, ein objektorientiertes Programm zu erstellen, besteht darin, im Problemraum die entscheidenden Schlüsselabstraktionen (die signifikanten Klassen und Objekte) aufzufinden, um dann die eigentlichen Mechanismen einzuführen, die dafür sorgen, daß die Objekte so miteinander interagieren, daß die gewünschte Funktion ausgeführt wird (Booch, 1991).

Die ersten öffentlichen Diskussionen zur Lösung der sog. „*Softwarekrise*“ fanden bei den von der NATO organisierten Tagungen in Garmisch 1968 (Naur, 1969) und in Rom 1969 (Buxton, 1969) statt. Auf diesen Konferenzen wurde erstmals darauf hingewiesen, daß Softwareprogramme Industrieprodukte sind und ihre Entwicklung deswegen auch in einem ingenieurtechnischen Sinne durchgeführt werden sollte. Dadurch wurde der Begriff des „*Softwareengineering*“ geprägt, und es wurde damit begonnen, auf die Lösung komplexer Softwareprobleme die klar festgelegten Vorgehensweisen der Ingenieurwissenschaften zu übertragen. Auf der Konferenz in Garmisch präsentierte McIlroy (1968) dazu bereits seine Idee der „Massenproduktion wiederverwendbarer Softwarekomponenten“. In dieser Idee ist auch der Gedanke der arbeitsteiligen Fertigung dieser Komponenten enthalten, der die Anforderungen an die Arbeitsanalyse in der Objektorientierung erschwert.

Viele der Bedürfnisse an Arbeitsanalyse in der Softwareentwicklung kommen nicht speziell aus der Objektorientierung. Statt dessen ergeben sie sich aus dem Ansatz des Requirements Engineering, der sich mit der Formulierung der Anforderungen an die Software beschäftigt (vgl. Partsch, 1991). Tatsächlich wird momentan die Spezifikation der Bedürfnisse durch den Softwarekunden eher unkritisch gesehen, da der iterative Ansatz der Objektorientierung Möglichkeiten bietet, sich sukzessiv den Anforderungen anzunähern (vgl. Booch, 1996). Dennoch sind im Requirements Engineering entscheidende Anforderungen an die Arbeitsanalyse formuliert, die in der Objektorientierung vorausgesetzt werden. Deshalb sollen in diesem Kapitel zuerst die Bedürfnisse aus dem Requirements Engineering abgeleitet werden, dann werden sie

um die Anforderungen aus der objektorientierten Analyse und um die Ergebnisse von Expertenbefragungen ergänzt.

3.1 Requirements Engineering

Mit Requirements Engineering (RE) soll hier ein Ansatz vorgestellt werden, der eigentlich passend zum Paradigma der ablauforientierten Softwareentwicklung gedacht war. In der objektorientierten Softwareentwicklung ist die Analyse der Anforderungen, mit denen sich RE beschäftigt, als Teil der objektorientierten Analyse einzuordnen. Objektorientierte Analyse stellt so gesehen den Spezialfall des RE in der objektorientierten Softwareentwicklung dar. Als vorausgehendes und umfassenderes Konzept stellt RE Anforderungen auf, die in der objektorientierten Analyse als selbstverständlich vorausgesetzt werden. Diese Forderungen müssen deshalb explizit für ein Instrument zur Erhebung subjektiver Vorgangsmodelle herausgearbeitet werden, damit es einen nützlichen Beitrag zur objektorientierten Softwareentwicklung leisten kann.

Unter dem Begriff des RE werden z.Z. in der Literatur zwei unterschiedliche Sachverhalte verstanden:

Zum einen werden unter RE „alle konkreten Aktivitäten am Beginn eines Softwareprojekts, die auf eine Präzisierung der Problemstellung abzielen“ (Partsch, 1991, S. 25) verstanden.

Zum anderen steht RE für eine Teildisziplin der Informatik:

Software requirements engineering is the discipline for developing a complete, consistent unambiguous specification – which can serve as a basis for common agreement among all parties concerned – describing what the software product will do (but not how it will do it; this is to be done in the design specification). (Boehm, 1979, S. 712)

Für beide Sichtweisen gilt, daß RE zwei Aufgaben erfüllen muß: Zum einen müssen die Anforderungen erhoben und zum zweiten formal spezifiziert werden.

Hierzu gehört, daß die Forschungen auf dem Gebiet des RE darauf abzielen, die Grundlagen von Anforderungen zu verstehen, die Methoden zu entwickeln, die Anforderungen zu leiten, Prozesse zu analysieren und schließlich Softwaretools zu schaffen, die eine Analyse der Anforderungen unterstützt.

Für die Konstruktion eines Instruments zur Vorgangsanalyse sind beide Sichtweisen relevant. Die erste Definition ist dafür wichtig, da ein Hilfsmittel angestrebt wird, das in der Analysephase eingesetzt werden soll, d.h. nach ablauforientierten Entwicklungsmodellen zu Beginn des Projekts (vgl. Kap. 2.4.1). Gleichzeitig ergibt sich aus der Definition von Boehm (1979; vgl. oben) eine konkrete Anforderung an das Instrument, nämlich eine komplette, konsistente und eindeutige Beschreibung zu liefern.

Diese Anforderung führt Österle (1982) dahingehend weiter aus, daß geeignete Methoden und Beschreibungsmittel der RE folgende Eigenschaften aufweisen müssen:

- Leistungsbeschreibung eines zu erstellenden Systems aus Sicht des Benutzers ohne Vorwegnahme der Lösung;
- Formal überprüfbare Korrektheit der Anforderungsspezifikation (Vollständigkeit, Eindeutigkeit, Widerspruchsfreiheit);
- Kommunikationsfähigkeit der Methode (alle Beteiligten sollten die Leistungsbeschreibungen verstehen können);
- Förderung der Kreativität (Methoden und Werkzeuge sollten den Lösungsraum nicht einschränken, sondern vielmehr Alternativen sichtbar machen);
- Reduktion des Entwicklungsrisikos und der Kosten.

Hinter diesen Anforderungen steht die Notwendigkeit zur Behebung eines Kommunikationsproblems, das zwischen Softwareentwicklern und der Nutzergruppe (vgl. Kap. 2.5.1) auftreten kann. Dieser Sachverhalt soll im folgenden Kapitel näher beleuchtet werden.

3.1.1 Die Kommunikationsproblematik während des Requirements Engineering

Die Verantwortlichkeit für das Herstellen der Kommunikation zwischen der Gruppe der Softwareentwickler und der Gruppe der Benutzer (vgl. Abb. 10), die Übersetzung von Nutzerbedürfnissen in Systemanforderungen und das Erzeugen von formalen Anforderungsspezifikationen, liegt aus der Perspektive des Requirements Engineering beim Softwareingenieur. Außerdem soll er die Nutzergruppe dabei unterstützen, ihre Interessen innerhalb des Entwicklungsprozesses zu wahren (vgl. Partsch, 1991). Betrachtet man diese Ansprüche, ist es kein Wunder, daß es zu Kommunikationsproblemen kommen kann. Diese haben laut Chafin (1980) folgende Ursachen:

- *Fehlende kommunikative Fertigkeiten des Entwicklers:* Der Entwickler muß die verschiedenen Begriffswelten aller Beteiligten in Einklang bringen. Kann er die unterschiedlichen Terminologien der beteiligten Gruppen nicht ineinander überführen, kommt es zu Problemen.
- *Keine Kundenidentifikation:* Oft ist nicht ein Einzelner Kunde, sondern verschiedene Personen innerhalb der Organisation mit verschiedenen Bedürfnissen (z.B. Kostenreduktion vs. langjährige Nutzbarkeit vs. optimale Hilfe bei der momentanen Aufgabenerledigung). Daraus ergeben sich Probleme der Kontaktaufnahme und der Koordination der Bedürfnisse verschiedener Kunden.
- *Mangelnde gemeinsame Terminologie:* Kunde und Analytiker müssen eine gemeinsame Sprache sprechen. Der Entwickler muß sich mit der Fachterminologie der Kunden ausken-

nen, und beide müssen sich auf eine konsistente Menge problemspezifischer Codeworte einigen, um nicht aneinander vorbeizureden.

- *Unterschiedliche Detaillierungsniveaus*: Die Menge der Details, die in den Anforderungen für das geplante System beschrieben sein müssen, ist für den Analytiker und den Kunden unterschiedlich. Die Kunden haben meist nur vage Vorstellungen vom System, während der Entwickler möglichst viele Einzelheiten braucht.
- *Unterschiedliche Bewertung der Anforderungsdefinition*: Der Kunde ist vorrangig am fertigen Produkt interessiert. Für ihn ist die Anforderungsdefinition bestenfalls ein notwendiges Übel, während sie für den Entwickler die erste und grundlegende Aktivität eines langen Prozesses der Zusammenarbeit ist.
- *Mangelnde Berücksichtigung der Systembenutzer*: Der Entwickler muß bei der Anforderungsdefinition insbesondere die zukünftigen Benutzer berücksichtigen. Oft hat er im Entwicklungsprozeß gerade mit den Endnutzern keinen direkten Kontakt und kann so weder ihre Fähigkeiten noch ihre Bedürfnisse abschätzen.
- *Entwicklung von Spannungen in der Organisation*: Ein neues Softwaresystem kann Organisations- und Machtstrukturen, sowie das Muster des Informationsflusses verändern. Dadurch ergeben sich möglicherweise Spannungen, die der Softwareentwickler berücksichtigen muß.
- *Verwendete Beschreibungsmethode*: Der Entwickler braucht Beschreibungsmethoden, die konsistent und formal sind. Ihm sind die verwendeten Methoden formaler und informeller Art vertraut, während die Klienten seine (nötigen) Formalismen nicht beherrschen. Er muß also für die Kommunikation mit dem Kunden in der Lage sein, seine Begriffe immer wieder auf die Sprache des Kunden herunterzubrechen. Kann oder will er das nicht, kann es zu Mißverständnissen kommen.
- *Lösungen statt Bedürfnisse* (Kilov & Harvey, 1994): Der Kunde hat oft die Tendenz, Lösungen anstelle der Bedürfnisse bei der Beschreibung der Requirements zu liefern. Der Softwareingenieur muß ihn dazu bringen, zu sagen, „was“ er will und nicht „wie“ er es will, um die Vorzüge einer Mensch- Maschine- Arbeitsteilung voll ausschöpfen zu können.

Für die Konstruktion eines Instruments zur Abbildung subjektiver Vorgangsmodelle bedeutet dies vor allem, daß es, zusätzlich zur konsistenten und unmißverständlichen Abbildung, vor allem die Perspektive der Nutzer in der Situation der Aufgabenbearbeitung darstellt. Es muß die Sprache der Benutzer sprechen, auf unterschiedlichen Detaillierungsniveaus visualisieren können und immer so verständliche Abbildungen des Vorgangs machen, daß auch unterschiedliche Gruppen in der Organisation die Abläufe verstehen können. Das bedeutet, daß der Ablauf mit möglichst einfachen Mitteln dargestellt werden muß. Dieses ist am leichtesten durch die Verwendung von möglichst wenigen Modellelementen zu erreichen. Auch muß das Instrument die Bedürfnisse zielorientiert modellieren.

3.1.2 Phasen und Methoden des Requirements Engineering

Nachdem die Definition von RE und die Probleme dargestellt worden sind, die während des Engineering- Prozesses auftreten können, ist für die Ableitung der Bedürfnisse an IVA interessant, welche Wege nun eingeschlagen werden können, um das RE erfolgreich zu machen.

RE läuft in verschiedenen Phasen ab, die aufeinander aufbauen. Eine Iteration, d.h. ein Zurückspringen in frühere Phasen oder ein zyklischer Verlauf ist nicht vorgesehen, wird aber nicht ausgeschlossen, wenn während des RE Probleme auftauchen (vgl. Partsch, 1991).

RE umfaßt die Phasen der Problemanalyse, der Anforderungsdefinition und der Anforderungsanalyse. Diese sollen kurz in Anlehnung an Partsch (1991) erläutert werden:

- Im Abschnitt der Problemanalyse werden der Ist- und der Sollzustand des Systems erhoben und beschrieben. Zum System gehören Aspekte von Hard- und Software, die Merkmale des technischen und sozialen Umfeldes, sowie die Arbeitsabläufe. Bei der Erhebung werden sowohl die statischen Komponenten als auch das dynamische Verhalten des Systems betrachtet. (Diese Unterteilung findet sich in der objektorientierten Softwareentwicklung wieder).
- Bei der Anforderungsdefinition werden alle Ansprüche, die sich aus der Problemanalyse ergeben haben, festgeschrieben und vereinbart.
- Die Anforderungsanalyse ist die Phase, in der die Umsetzbarkeit und Umsetzungsmöglichkeiten der Definitionen geprüft werden. Schließlich wird die konkrete Softwarearchitektur entwickelt.

Ziel dieser drei Phasen ist die Festlegung der Benutzungsschnittstelle durch eine vollständige, konsistente und eindeutige Abbildung der Anforderungen. Das geschieht im RE durch die „systematische Ermittlung von Informationen“ (Partsch, 1991). Diese Informationen werden dann zu generischen Modellen verarbeitet.

Das zu konstruierende Instrument soll die subjektiven Vorgangsmodelle der Benutzer abbilden. Deshalb liegt der Beitrag für das RE vor allem in der Phase der Problemanalyse. Die mit dem Instrument erzeugten subjektiven Modelle müssen, um die nötigen Daten für diese Phase zu vervollständigen, sowohl den Ist- also auch den Sollzustand abbilden können. Außerdem müssen in den subjektiven Vorgangsmodellen statische und dynamische Elemente unterschieden werden.

Bei der üblichen Datenerhebung des RE kommen Quellenstudium (z.B. Arbeitsbeschreibungen, Aufträge, Ergebnisse), Interviews, Checklisten, Modellbildung (durch den Requirements Ingenieur) und Szenarienbildung sowie Prototypen zum Einsatz (Boehm, 1984).

Zwei Beispiele sollen die Datenerhebung verdeutlichen:

Holbrook (1990) gibt eine Form der Datenerhebung an, bei der sich der Ingenieur auf eine Methode beschränkt. Unter diesem Paradigma wird eine vollzählige Sammlung von Szenarien

der Benutzung angelegt, mit der, so der Autor, ein System vollständig spezifiziert werden kann. Damit ist er inhaltlich nicht allzu weit vom Use-Case- Ansatz von Jacobson et al. (1992; vgl. Kap. 2.1 und 3.2) entfernt.

Als Beispiel für eine Interviewtechnik schildert Savolainen (1993) die praktische Anwendungen des Ansatzes der „*sense making theory*“ (vgl. Kap. 2.5.5), das Vorgehen bei einem Time-Line- Interview:

1. Schritt für Schritt Schilderung der Abläufe (was geschah zuerst, was dann, was danach).
2. Analyse jeden einzelnen Schrittes zu Fragen, Rätseln oder Verwirrung, die bei dem Schritt aufgetreten ist.
3. Feinanalyse der Fragen/Rätsel/Verwirrungen durch Nachfragen nach den Dimensionen: Situation, Gaps und Uses/Helps.

Dabei sind formale Methoden zur Datenerfassung nicht selbstverständlich. Die Bereitschaft, formale Methoden/Instrumente zur Spezifizierung einzusetzen, steigt jedoch, wenn entweder Experten für die Methoden im Softwareentwicklungsteam sind (Finney, 1996), oder diese Instrumente keine spezifischen Fähigkeiten erfordern (Saiedian, 1996). Unter der Prämisse, daß eine formale Beschreibung für iterative Entwicklungsprozesse unerlässlich ist, sollte IVA eher so konstruiert sein, daß keine spezifischen Kenntnisse gebraucht werden. Dieses wird besonders evident, wenn das Instrument die Beteiligung des Benutzers, der in Modellierungstechniken in der Regel ungeübt ist, ermöglichen soll.

Der Schwerpunkt der Methoden des RE liegt allerdings auf Modellierung und nicht auf der Datenerhebung. Das wird bei der Sichtung der verschiedenen Hilfsmittel deutlich: Zu den grundlegenden Formalismen des RE gehören Programmablaufpläne, Datenflußpläne, Entscheidungstabellen, Entity- Relationship- Modelle und Petri- Netze. Bei prominenten Ansätzen des RE sind z.B. SADT, Structured Analysis, PAISLey, RMC oder GOMS (Goal, Operator, Methods, Selection; Card, Moran & Nevell, 1983). zu nennen. (Zur ausführlichen Darstellung und Kritik vgl. Partsch, 1991.)

Für die Anforderungen an die Abbildung subjektiver Vorgangsmodelle ist entscheidend, daß es im RE bereits eine breite Anzahl von Datenerhebungsmethoden gibt, die allerdings zum generischen oder objektiven, nicht jedoch zum subjektiven Modell führen. Sie sind nicht systematisch den Formalismen und Ansätzen zugeordnet, entsprechen also nicht den Forderungen nach der systematischen Ermittlung der Informationen. Zudem zeigte sich, daß diese Modelle, wie im Fall der Petri- Netze, nicht für die Kommunikation mit dem Benutzern taugten (vgl. Keil- Slawik, 1984). Soll das zu konstruierende Instrument einen Beitrag leisten, muß es genau diese Lücke schließen. Dabei bietet sich das schrittweise Abfragen des Ablaufes des Time- Line- Interviews an. Allerdings fehlt diesem Ansatz die Visualisierung, denn es müssen aus der Ermittlung Modelle entstehen, die leicht in die Formalismen übersetzbar sein sollen.

3.2 Objektorientierte Analyse

Objektorientierte Analyse ist einer der drei Bausteine der objektorientierten Softwareentwicklung (vgl. Kap. 2.4.2). Unter den verschiedenen Methoden der objektorientierten Analyse gibt es inzwischen die unterschiedlichsten Ansätze (vgl. zur Übersicht z.B. Dedene & Snoeck, 1994; Monarchi & Puhr, 1992). Inzwischen wurde endlich mit der Modellierungssprache Unified Modelling Language (UML) (Booch, Rumbaugh & Jacobson, 1997) und dem dazu gehörigen Abbildungsprozeß ein Standard für das Vorgehen in der objektorientierten Analyse gesetzt.

Unter objektorientierter Analyse wird im Gegensatz zu objektorientiertem Design in Anlehnung an Sharble und Cohen (1993) folgendes verstanden:

“Simply put, analysis says what the system is supposed to do and design says how it is supposed to do it” (S. 65).

Im allgemeinen werden für das Entwickeln eines objektorientierten Programmes drei verschiedene Modelltypen für notwendig erachtet (vgl. Schader & Rundshagen, 1996). Dazu braucht es ein statisches Modell, das Art und Inhalt der Objekte definiert, ein dynamisches, das die zeitliche Abfolge der Interaktion der Objekte beschreibt, und ein funktionales Modell, das in Code oder Pseudocode die Objektprogrammierung abbildet. Als minimale Anforderungen sollten komplette Ansätze der objektorientierten Analyse zumindest zwei dieser drei Aspekte, nämlich die statische Perspektive des Verhaltens (Methoden, Sequenzen und Restriktionen) und die dynamische der Kommunikation der Objekte untereinander beinhalten (Dedene & Snoeck, 1994).

Obwohl alle Modellierungskonventionen zur objektorientierten Analyse nun zur UML zusammengefaßt sind, hat das Object Oriented Software Engineering (OOSE) (Jacobson, 1992) eine Sonderrolle. Diese ist von um so größerer Bedeutung für die Analyse von Arbeit, als die Untersuchung des Use-Cases darin eine besondere Rolle spielt. Objektorientierte Analyse wird in der OOSE als die Transformation von der Spezifikation der Anforderungen („*requirements specification*“) zum Modell der Anforderungen („*requirements model*“) definiert. Der Hauptanteil der Analyse wird durch die Beschreibung des Use-Cases erfüllt. Inhalt der Use-Cases sind Szenarios, die auf Aktivitäten bis hin zu einzelnen Aufgaben herunter gebrochen werden können (Hartman, Jewell, Scott & Thornton, 1994). Diese können noch weiter in Teilaufgabenhierarchien zerlegt werden.

Dabei sind die angebotenen Methoden für die Erhebung von Use-Cases unzureichend (vgl. Eisenecker, 1992; Eisenecker & Köpf, 1993). Hartman et al. (1994) bemerken dazu:

„Our experience is that we often have to derive such requirements from interviews and discussions with domain or subject matter experts and individual users” (S. 29).

Deshalb schlagen sie eine Erweiterung der Suche nach Use-Cases vor, indem diese durch das Modellieren betrieblicher Abläufe ergänzt wird.

Überhaupt gibt es verschiedene Probleme mit den objektorientierten Analysemethoden. Dies gilt nicht nur für die OOSE, sondern für alle Methoden der objektorientierten Analyse. Jiahon und Zhijian (1996) zählen folgende Mängel auf:

- Es fehlen spezielle Schritte in der Methode, Objekte, Attribute, Komponenten oder Zusammenhänge von Objekten aufzufinden.
- Vollständigkeit und Konsistenz der verschiedenen Modelle (statisches, dynamisches und funktionales Modell) werden vernachlässigt.
- Oft werden verwirrende Trennungen zwischen Objekt, Klasse und Instanz vorgenommen.
- Gerade beim Modellieren der Anforderungen gibt es wenig Hilfe.

Die Forderungen nach Überprüfung von Vollständigkeit und Konsistenz sowie nach Hilfe bei Trennungen zwischen Objekten, Klassen und Instanzen können durch die Einführung der UML erfüllt werden. Tatsächlich fehlt aber ein Hilfsmittel zum Auffinden von Objekten und für das Modellieren der Anforderungen. Eine solche Hilfestellung sollte auch dazu beitragen, ganz bestimmte Inhalte vom Benutzer zu erfahren. Collins (1995, S. 163) stellt dazu folgende Elemente vor:

- Vorbedingungen für die Aufgabe oder Aufgabenschritte
- Ziele der Aufgabe als Objektstatus
- Unterbrechungen/Störungen
- Nachbedingungen als Beschreibung der Ziele
- Werkzeuge
- Objekte, die bei der Aufgabenbewältigung eine Rolle spielen.
- Arbeitsschritte, die bei der Aufgabendurchführung durchlaufen werden
- Kritische Merkmale der Aufgabe.

Auch werden, wie bei Dedene und Snoeck (1994), Aspekte der Güte von Objektmodellen formuliert:

- Saubere formale Definition der Syntax und Semantik.
- Gibt es eine formale Prozedur für die Konsistenzprüfung zwischen den Modellen?
- Ist das Verhalten des Gesamtsystems durch die individuellen Objektdefinitionen und die Objektinteraktionsmodelle definiert?
- Ist es möglich, das Systemverhalten auf Fairneß (können alle Komponenten das Verhalten beeinflussen) oder Deadlock (Pattsituation durch widersprüchliche Angaben verschiedener Elemente) zu prüfen?

Diese Aspekte der Güte können nur teilweise auf Anforderungen für ein Instrument zur Modellierung subjektiver Vorgangsabbilder übertragen werden. Da es sich um subjektive Modelle der Benutzer handelt, ist es nicht sinnvoll, diese auf Konsistenz zwischen verschiedenen

Nutzern zu überprüfen. Auch ist das Systemverhalten für die subjektive Sichtweise, die Abbildung des Use-Case, nicht interessant. Allerdings ist es auch hierfür nötig, eine saubere formale Definition von Syntax und Semantik zu haben; und es sollte eine Prüfung der internen Konsistenz des Modells erfolgen. Interessanterweise ist in der objektorientierten Analyse der Anspruch auf Wiederverwendung von Analyseeinheiten nicht formuliert. Bisher fehlen konsistente empirische Erfahrungen, in welcher Weise unterschiedliche Modellsprachen die Wiederverwendung beeinflussen (vgl. Whittle, 1995).

Zusammenfassend muß ein hilfreiches Instrument zur subjektiven Vorgangsmodellierung eine eindeutige Definition von Syntax und Semantik haben. Außerdem müssen folgende Inhalte im Vorgangsmodell abgebildet werden: Vorbedingungen, Arbeitsschritte, Ziele/Nachbedingungen, Werkzeuge, kritische Merkmale der Aufgabe und Störungen/Alternativen. Auch muß die interne Konsistenz des Modells überprüfbar sein.

3.3 Objektorientierte Modellierung: Unified Modelling Language

Schon mit der Entwicklung der objektorientierten Analyse wurden adäquate Modellierungsmethoden entwickelt. Um die Methoden passend zu machen, gab es bereits diverse Vorläufer der Unified Modelling Language (UML) (vergl. Whittle, 1995; Atkinson, 1991, Schader & Rundshagen, 1996). Diese Vorläufer werden in Abbildung 17 verdeutlicht.

Der Zusammenschluß der drei weltweit führenden Autoren zur objektorientierter Analyse und Design, Booch, Rumbaugh und Jacobson zur Herausgabe einer gemeinsamen Modellsprache wird hoffentlich in Zukunft klare Standards setzen. Das Vorgehen der Autoren war mit dem Ziel gewählt, die künftigen Benutzer weltweit, via Diskussionsforum im Internet, in die Entwicklung der UML einzubeziehen. Die UML bietet in ihrem Release 1.0 aus diesem Grund keine abgeschlossene oder vollständige Gestalt. Die Unterschiedlichkeit der theoretischen Stoßrichtungen der drei Autoren, besonders der Jacobsons gegenüber Booch und Rumbaugh (vgl. Kap.2.1), trägt darüber hinaus zu konzeptuellen Brüchen innerhalb der UML bei.

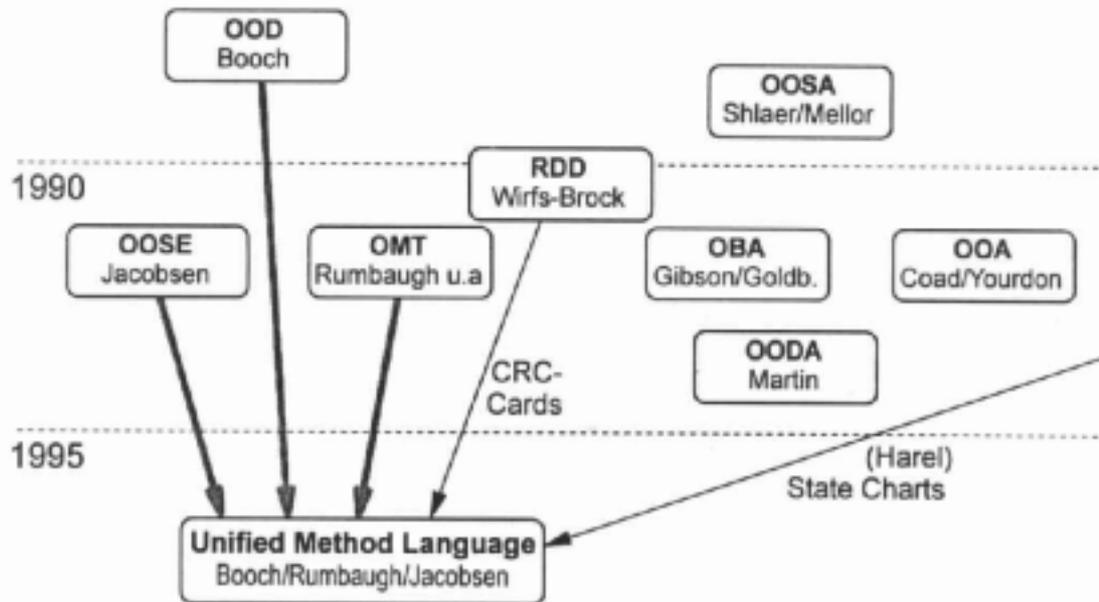


Abbildung 17: Vorläufer der UML (Oesterreich, 1997)

3.3.1 Beschreibung der UML

Die UML lässt sich in drei unterschiedliche Komponenten zerlegen. So mußten zum einen die Analysemethoden und die Modellsprachen der Autoren zusammengefügt werden. Zum anderen entstand zusätzlich zu beiden Komponenten eine dritte Komponente, nämlich eine Softwareunterstützung, die benutzte Analysemethoden einheitlich modelliert und bei der Verknüpfung der verschiedenen Analysen hilft.

Inhalt und Form der UML sind eine Folge der Entstehungsgeschichte. Die Bemühungen um verbindliche Standards für die objektorientierte Analyse und die Modellierung führten zum Zusammenschluß sowohl der Analyse- als auch der Modellierungsmethoden. Nun weisen das Verständnis der objektorientierten Analyse und der Modellierung bei den beteiligten Autoren ursprünglich unterschiedliche Schwerpunkte auf (vgl. Jacobson et al., 1992; Rumbaugh et al., 1993; Booch, 1994). Das Zusammenfügen der verschiedenen Methoden geschah solcher Art, daß die Notierung der Analysemodelle vereinheitlicht wurde, die Analysemethoden aber weitgehend gleichberechtigt nebeneinander ihre Anwendung finden können.

Aufgrund dieser Geschichte zeichnet sich die UML durch folgende Besonderheiten aus:

- Die UML benutzt eine durchgängige Notation. Das heißt, über alle Analyseschritte hinweg und in jedem Diagramm werden für die gleichen Einheiten die gleiche Symbole benutzt. Die Symbole unterscheiden sich hinreichend voneinander und sind den sie bezeichnenden Einheiten eindeutig zugeordnet. Die UML soll sowohl den übergeordneten Typ als auch die einzelnen Instanzen, die dem Typ zugeordnet sind, abbilden können. Beispiele für solche Typen - Instanzen - Paare sind Klassen und Objekte oder Parameter und Werte. Diese Paa-

re werden so modelliert, daß sie sich möglichst ähneln sollen. Typen und deren Instanzen werden durch die gleichen graphischen Symbole ausgedrückt, unterscheiden sich jedoch im Namens-String, der für einen Typ unterstrichen dargestellt wird.

- Die verschiedenen Analysemethoden werden durch die unterschiedlichen Diagrammartentypen in der UML implementiert. Diese stehen gleichberechtigt nebeneinander. Es gibt Überschneidungen der Diagrammartentypen und ungeklärte Schnittstellen. Ein Beispiel dafür ist das Use-Case-Diagramm, das ohne Informationsverlust in einem Kollaborationsdiagramm darzustellen ist. Hier zeigen sich die Folgen des Versäumnisses, die Analysemethoden vor der Konstruktion der UML aneinander anzupassen. Die Diagramme spiegeln ein verschiedenes Herangehen an die Analyse wider, dadurch sind die Diagrammartentypen nicht von einheitlicher Reichweite und scheinen von unterschiedlichen Qualitäten zu sein.
- Die UML Software arbeitet in den Diagrammen mit Graphen, die durch Pfade (entspricht einer ununterbrochenen Folge von Linien) miteinander verbunden sind. Die Stellung der Symbole zueinander beinhaltet Information. Für das Modell sind die Verbindung von Symbolen (üblicherweise durch Linien), Grenzlinien, als Gruppierung von Symbolen, und gegenseitige Berührungen von Symbolen bedeutsam. Keine Rolle spielen die Platzierung der Symbole in Fläche oder Raum (z.B. Entfernungen, Vektoren) bzw. ihre Größe. Die Organisation der Symbole ist zweidimensional, ein dreidimensionales Layout und die dazugehörige Navigation sind geplant. Die Symbole können durch nicht offensichtlich dargestellte Hyperlinks verbunden sein. Auch können sich hinter Symbolen versteckte Informationen befinden, die angeklickt werden können. Alle Modellelemente und Diagramme können zu Paketen zusammengefaßt werden.

3.3.2 Die Modelle der UML

Im folgenden sollen die verschiedenen Diagrammartentypen der UML aufgeführt und kurz erläutert werden. Die UML enthält folgende zehn verschiedenen Diagrammartentypen, die vom statischen über das dynamische Modell bis hin zum Implementierungsmodell, die Modelltypen der objektorientierten Analyse abdecken:

- **Static Structure Diagrams:**
Diese Diagramme zeigen die statische Struktur des Modells, die interne Struktur der Modellelemente und die Beziehungen untereinander. Zu dieser Art von Diagrammen gehören Klassendiagramme und Objektdiagramme, die Letzteren stellen eine Momentaufnahme des genauen Status eines Systems zu einem bestimmten Zeitpunkt dar.
- **Use-Case-Diagrams:**
Diese Diagramme visualisieren die Beziehungen zwischen dem Benutzer und den Use-Cases des Systems.
- **Dynamische Modelle, Sequence Diagram und Collaboration Diagram:**

Es gibt in der UML zwei Formen von Diagrammen, die eine Interaktion zwischen Objekten darstellen. Zum einen ist das Sequence Diagram vorgesehen, das die tatsächliche zeitliche Abfolge der Nachrichten zwischen den Objekten darstellt, zum anderen das Collaboration Diagram, das die Interaktion um ein Objekt herum beschreibt.

Sequence Diagrams existieren in einer generischen Form, die alle möglichen Abfolgen mit einbezieht, und in einer speziellen Form für einen bestimmten Fall, bei dem nur die Interaktion mit bestimmten Partnern beleuchtet wird. Mit Hilfe dieser Diagramme können Objektlebenslinien oder die Austauschzeiten im System berechnet werden.

Collaboration Diagrams zeigen die Interaktionen an, die um das Objekt herum passieren, und zeigen die Verbindungen zu anderen Objekten auf. Der zeitliche Verlauf wird nicht als besondere Dimension modelliert, die Abfolge der Interaktionen kann jedoch durch eine Abfolgenummer notiert werden.

- State Diagram:

Im State Diagram wird eine Abfolge der Zustände aufgezeigt, die ein Objekt im Laufe seines „Lebens“ durchläuft, abhängig von den Nachrichten, die ihm von anderen Objekten vermittelt werden.

- Activity Diagram:

Das Activity Diagram ist ein Spezialfall des State Diagrams. Es zeigt den Ablauf der Aktivitäten an, die durch den Abschluß einer bestimmten Aktivität angestoßen werden. Es ist immer dann angebracht, wenn dieser Ablauf quasi wahlfrei und selbständig erfolgt.

- Implementation Diagrams:

Es gibt zwei Arten dieser Diagramme, die Aspekte der Implementation, wie z.B. den Source Code oder die Implementationsstruktur, modellieren. Zum einen gibt es das Component Diagram. Es zeigt die Abhängigkeiten zwischen Softwarekomponenten an. Zum anderen gibt es das Deployment Diagram. Es zeigt das Zusammenspiel verschiedener Softwarekomponenten und erzeugter Elemente über die Zeit an.

Durch die UML werden viele Probleme der Modellierung abgedeckt, die diese Arbeit anspricht. Allerdings wird gerade jener Ansatz, der die Benutzersicht mit einbezieht, in der Modellierung vernachlässigt. Für die Abbildung der Use-Cases gibt es zwar ein Diagramm Tool, nicht jedoch eine Hilfe, wie Anwendungsfälle zu erheben sind. Auch spielt in der UML dieser Diagrammtyp eine eher kleine Rolle und zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Arbeit war das Use-Case- Diagramm immer noch nicht vollständig in andere Diagrammtypen zu importieren. Entscheidend jedoch ist, daß auch die Standardisierung des Vorgehens bei der Analyse durch einen bunten, kompatiblen Methodenmix die Frage nach der Herkunft der Daten für die Analyse nicht löst. Der Bedarf nach einem Hilfsmittel an dieser Stelle bleibt auch bestehen, nachdem sich der Standard der UML durchgesetzt hat. Für ein nützliches Instrument zur Erhebung der subjektiven Vorgangsmodelle bedeutet dies, daß der Use-Case möglichst vollständig und effizient erhoben werden muß, so daß er sich ohne Reibungsverlust in die Use-Case Diagramme einfügen läßt.

3.4 Untersuchungen zu Hilfsmitteln für Entwickler objektorientierter Software

In den vorigen Kapiteln wurden die Bedürfnisse an Arbeitsanalyse aus der Objektorientierung abgeleitet. In diesem Kapitel soll es darum gehen, welche Bedürfnisse an die Analyse von Arbeit durch die Softwareentwickler selbst geschildert werden. Wenn die objektorientierten Methoden so *“natürlich”* oder *“menschenorientiert”* (vgl. Oesterreich, 1997 S.27; Kap. 2.1.3) sind, wie gerne in der Literatur referiert wird, dürften die Systementwickler keine größeren Schwierigkeiten damit haben. Trotzdem ergeben sich aber immer wieder Probleme.

Tatsächlich konnten die Versprechen von einer Reduktion der Komplexität, einer Erhöhung der Qualität und der kostengünstigen Erweiterbarkeit von Software bisher mit Hilfe der objektorientierten Softwareerstellung, wenn überhaupt, dann nur zögernd und teilweise eingelöst werden (Bittig, 1997). Dieses liegt z.T. an den verwendeten Methoden (vgl. Nachteile in Kap.2.1.3), aber auch an den Kompetenzen der Softwareentwickler.

So schildern Lieberherr und Xiao (1993) ihre Erfahrungen, die besagen, daß Neulinge in der objektorientierten Methode, die ihre bisherigen Erfahrungen mit C oder Pascal (also Programmiersprachen, die Objektorientierung nicht explizit unterstützen) gemacht haben, dazu tendierten, ihre Projekte in zu große Einheiten zu zerlegen. Andererseits stellen Liu, Goetze und Glynn (1992) fest, daß erfahrene Softwareentwickler im Vergleich zu Novizen grundsätzlich bessere Ergebnisse in der für alle Versuchspersonen neuen objektorientierten Programmierung erzielen.

Die aufgezeigten Untersuchungsergebnisse zeigen zweierlei: Zum einen sind die Bedürfnisse nach Unterstützung, abhängig von den Vorerfahrungen, für verschiedene Softwareentwickler unterschiedlich. Zum anderen bietet die Objektorientierung zwar viele Vorteile, die sich aus der Struktur des Vorgehens ableiten. Wie und ob diese theoretisch/technischen Vorzüge von den Entwicklern wahrgenommen werden, bleibt unklar. Da das Erlernen und Ausführen der objektorientierten Methoden offensichtlich nicht so problemlos ist, wie von den Autoren der Objektorientierung geschildert wird, und da die Verbreitung der Methode bis zur massenhaften Anwendung, von den ersten Programmiersprachen bis heute so vergleichsweise zäh verlaufen ist (vgl. Kap. 2.1), muß geklärt werden, welche Funktion objektorientierte Entwicklung für die Softwareingenieure hat. Für die Ermittlung der Bedürfnisse an ein Instrument zur Darstellung subjektiver Vorgangsmodelle spielen nicht nur die technischen, sondern auch die persönlichen Anforderungen, die sich aus der Objektorientierung ergeben, eine Rolle. Aus diesem Grund ergab sich der Bedarf nach einer empirischen Überprüfung der Sichtweisen der Softwareentwickler. Zu diesem Zweck wurde im Rahmen der Dissertation eine Befragung von Experten vorgenommen. Diese wurde durch die Ergebnisse einer Diplomarbeit (Fortange, 1998), die auf die erste Befragung aufbaute, ergänzt.

3.4.1 Die zwei Befragungen der objektorientierten Softwareentwickler

Bei der Konzeption der Befragung über die Bedürfnisse der Softwareentwickler ging es darum, eine möglichst große Varianz an Meinungen zu erfragen, um so ein umfassenderes Bild der Wünsche der Entwickler zu bekommen. Deshalb wurden zwei extreme Gruppen ausgesucht, die sich in der Menge an Erfahrungen mit objektorientierten Methoden unterscheiden sollten. Bei der ersten Gruppe, die im Rahmen dieser Dissertation befragt wurden, handelt es sich um Neulinge. Die zweite Befragung, die auf die Ergebnisse der Novizenbefragung aufbaut, ist eine Untersuchung von Fortange (1997), die Experten der Objektorientierung aus verschiedenen Softwarehäusern befragt. Die erste Untersuchung wurde als explorative Vorstudie zur Konstruktion von IVA gemacht. In der zweiten Studie wurden die Sichtweisen von Softwareentwicklern, die langjährigen Erfahrungen mit Objektorientierung gemacht hatten, zur Wiederverwendung erfragt. Aus dem Stand der wissenschaftlichen Diskussion ergibt sich die Gewißheit, daß eine einfache Befragung zu den technischen Problemen den Bedürfnissen der erfahrenen objektorientierten Softwareentwickler nicht gerecht wird (vgl. Couger & Zawacki, 1978; Freeman, 1983; Meyer, 1987; Boehm & Papaccio, 1988; Tracz, 1988; Prieto-Diaz, 1993; Lim, 1994; Tracz, 1994; Wenzel, 1994; Burkhardt & Detienne, 1995; Mili, Mili & Mili, 1995; Sadler & Kitchenham, 1996). Vielmehr zeichnet sich ab, daß das Kernproblem der objektorientierten Softwareentwicklung im Umgang mit der Wiederverwendung zu suchen ist (vgl. Börstler, 1989; Incovaia, Davis & Fairley, 1990; Krueger, 1992; Cheng, 1993; Küffmann, 1994; Jeng & Cheng, 1995). Aus diesem Grund wurde bei der Befragung der erfahrenen Experten für Objektorientierung der Aspekt der Wiederverwendung als zentraler Ankerpunkt gewählt.

Ziel der Kombination aus beiden Befragungen war es, zu erfahren, welche Merkmale der Objektorientierung für die Entwickler wichtig sind, ob es so etwas wie eine objektorientierte Denkweise gibt, und an welcher Stelle sich die Entwickler Unterstützung wünschen.

Zuerst werden das Vorgehen und die Ergebnisse der Befragung der Neulinge dargestellt, dann die Befragung durch Fortange (1997) an den erfahrenen Entwicklern. Schließlich werden die Erkenntnisse aus beiden Untersuchungen einander gegenübergestellt. Wörtliche Zitate der Interviewpartner, die Antwortkategorien treffend wiedergeben, werden in Anführungszeichen zitiert. Die Antwortkategorien werden in der Reihenfolge der Häufigkeiten der Nennungen angeführt.

3.4.1.1 Die Sichtweise der Neulinge

Ziel der Untersuchung von Neulingen der objektorientierten Methoden war es, herauszufinden, ob sich aus subjektiver Sicht die Denkweise der Befragten durch den Kontakt mit der Objektorientierung verändert hat, und welche Unterstützung sich die Entwickler von einem Analyseverfahren erhoffen.

3.4.1.1.1 Methoden

Zu diesem Zweck wurden zwölf Wirtschaftsinformatikstudenten in offenen Interviews gebeten, zur objektorientierten Methode und zu ihren diesbezüglichen Bedürfnissen Stellung zu nehmen. Die Studenten wurden aus einer Vorlesung zur objektorientierten Softwareentwicklung für Fortgeschrittene an der Universität Mannheim rekrutiert. Es wurden nur solche Interviewpartner zugelassen, die mindestens ein eigenes objektorientiertes Projekt abgeschlossen hatten, und die durch eine Eingangsfrage belegen konnten, daß sie mit der Objektorientierung vertraut waren. Zu diesem Zweck sollten sie objektorientierte Softwareentwicklung definieren. Die Interviews dauerten etwa eineinhalb bis zwei Stunden und wurden auf Tonband mitgeschnitten. Zusätzlich wurden die Kernaussagen notiert. Diese Aussagen wurden anschließend von zwei Experten auf ihre Richtigkeit überprüft. Zwei Versuchspersonen wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, da Experten Aussagen fanden, die sich nicht mit Objektorientierung vereinbaren ließen. Insgesamt stimmten die beobachtenden Experten bei 58 von 59 Einzelaussagen überein.

Die Aussagen der restlichen zehn Probanden wurden inhaltsanalytisch ausgewertet. Dabei waren, außer bei den biographischen Daten, zu allen Fragekomplexen Mehrfachantworten möglich. Im Interview wurden vier Fragekomplexe behandelt:

- Biographische Daten,
- das Verständnis von Objektorientierung, mit der Frage nach dem Kennenlernen, den benutzten Programmiersprachen, geeigneten Aufgabentypen und Vor- bzw. Nachteilen der objektorientierten Methode, sowie, ob sich die Denkweise durch Objektorientierung verändert hat,
- das Auffinden von Objekten und Klassen und
- die nötigen Hilfsmittel; Hilfsmittel allgemein; Unterstützung beim Auffinden von Objekten und Klassen.

3.4.1.1.2 Auswertung

Im folgenden sollen die Ergebnisse dargestellt werden, die sich in der Befragung ergeben haben.

3.4.1.1.2.1 Biographische Daten

Bei den Gesprächspartnern in den ausgewerteten Interviews handelte es sich um 10 männliche Wirtschaftsinformatikstudenten der Universität Mannheim im 5.–11. Semester. Alle Befragten waren neben ihrem Studium mit Softwareprojekten in Organisationen betraut, acht zum Jobben, zwei absolvierten gerade ihr Praktikum/Studienarbeit. Drei Befragte arbeiteten in Banken/Versicherungen, vier in Handelsunternehmen, drei für Softwarehäuser. Alle Befragten gaben an, mindestens ein objektorientiertes Projekt für den Auftraggeber abgeschlossen zu

haben, keiner konnte mehr als zehn aufweisen. Überwiegend schilderten die Befragten, bisher nur an kleineren Projekten gearbeitet zu haben (Projektdauer kleiner/gleich einem Monat, ein beteiligter Softwareentwickler).

3.4.1.1.2.2 Verständnis von Objektorientierung

Alle Befragten hatten ihre ersten objektorientierten Erfahrungen mit C++ gemacht, fünf Befragte hatten vorher „viel mit C programmiert“ und empfanden den Wechsel „als ganz natürliches Upgraden“. Sechs Befragte hofften, ihre Zukunftschancen zu verbessern, vier Interviewpartner wurden durch die Vorgaben ihrer Unternehmen dazu angehalten, die objektorientierten Methoden einzusetzen. Allen gemeinsam war, daß sie sich erst durch die universitäre Veranstaltung, aus der sie rekrutiert worden waren, intensiv mit Objektorientierung befaßt hatten. Zwei Befragte äußerten, daß sie den Zugang jedoch nicht durch die Theorie bekommen hätten, „sondern dadurch, daß man Erfahrungen macht“. Übereinstimmend meinten die Interviewten, daß Objektorientierung unabhängig von den benutzten Programmiersprachen einzusetzen sei und grundsätzlich jedes Projekt „objektorientierungstauglich“ sei. Eine bessere Tauglichkeit der Objektorientierung wurde vor allem für größere, komplexere Projekte gesehen (7 Nennungen).

Vorteile der Methode wurden vor allem in folgenden Faktoren gesehen:

- Wartungsfreundlichkeit des Programms (8 Nennungen).
- Strukturiertheit des Vorgehens (6 Nennungen).
- Erleichterung der Schreibebeit beim Programmieren durch Vererbung (4 Nennungen) und Wiederverwendung (3 Nennungen).

Zu den Nachteilen befragt, nannten die Interviewpartner:

- Sehe momentan keine Nachteile (5 Nennungen).
- Zwang zu konsistentem Vorgehen bei der Entwicklung, bei der Denkweise (4 Nennungen), beim Modellieren (3 Nennungen) und bei der Vererbung (2 Nennungen).
- Schwierigkeiten beim Auffinden der Objekte (4 Nennungen).

Auf die Frage, ob sich die Denkweise durch die Objektorientierung verändert habe, äußerten alle Interviewpartner, daß sie „keine Veränderung wahrgenommen“ hätten, schließlich, so ein Interviewter, sei „objektorientiert zu denken ganz natürlich“. Die größere Veränderung für den Systementwickler war, überhaupt zu lernen, „analytisch zu denken“ (zwei Nennungen.). Ein Indiz jedoch, daß sich die Denkweise veränderte, war darin zu sehen, daß drei Befragte angaben, man solle das Erlernen des Programmierens „besser sofort mit Objektorientierung anfangen“, da die herkömmliche Denkweise das Vorgehen „blockiert“. Eine andere Person fand, daß ihr „Objektorientierung immer leichter fällt“, wieder eine andere, die Methoden würden „immer intuitiver“. Diese Aussagen ließen den Schluß zu, daß sich die Denkweisen der Entwickler, für diese unmerklich, verändert haben.

3.4.1.1.2.3 Auffinden von Objekten und Klassen

Bezüglich des Auffindens von Objekten und Klassen war der gemeinsame Tenor, daß dieses eines der „Grundprobleme der Methode“ sei. Insgesamt äußerten acht Befragte, daß sie mit dem Auffinden Probleme hätten, drei waren auch nach Implementieren einer Lösung noch unsicher, die „richtigen Objekte ausgewählt“ zu haben. Insgesamt gaben die Befragten folgende Strategien an, um Objekte zu finden:

- „intelligent guessing“, „Intuition“ (5 Nennungen),
- Strukturieren des Problemraumes (4 Nennungen),
- „Objekte ergeben sich natürlich“ (3 Nennungen),
- Suchen in Objektdatenbank, „um zu schauen, was paßt“ (2 Nennungen)
- Suchen nach Daten und Funktionen (2 Nennungen)
- Suchen nach Hauptwörtern, Verben, Adjektiven (1 Nennung)

Auch bei dem Auffinden von Objektklassen wurde „intelligent guessing“ am häufigsten genannt (5 Nennungen). Sonst waren die Strategien der Befragten sehr uneinheitlich und reichten von „gleichartige Elemente zusammenbinden“ über „konkrete Objekte haben einen Prototyp, der bildet dann meine Klasse“ bis zu „suche Hierarchien“.

Die Ergebnisse sprachen dafür, daß die Neulinge mehrheitlich keine Idee davon hatten, auf welche Weise sie Objekte und Klassen auffanden. Sie rieten oder hatten das Gefühl, daß sich Objekte einfach ergaben. Etwa ein Drittel der Befragten folgte einer Strategie, indem bestimmte Merkmale im Kontext gesucht wurden (z.B. Daten, Verben). Faßt man dieses Vorgehen des Aufsuchens von Strukturen auf, zeichneten sich die Befragten dadurch aus, daß sieben von zehn angaben, das Problem durch Strukturieren zu lösen (vgl. Kap. 2.5.4).

3.4.1.1.2.4 Unterstützung

Die Interviewpartner wurden am Ende des Interviews dazu befragt, welche Unterstützung sie sich bei der Softwareentwicklung allgemein und im speziellen beim Requirements Engineering bzw. der objektorientierten Analyse der Arbeit wünschen würden. Die Befragten konnten diese Unterscheidungen nicht vollständig treffen, und so sollen hier die Bedürfnisse nach Unterstützung allgemein dargestellt werden. In der Reihenfolge der Nennung wünschten sich die Befragten:

- Gemeinsame Sprache zwischen Benutzer und Systementwickler (7 Nennungen)
- Strukturierung des Problemraums (3 Nennungen), der Objektmodelle (4 Nennungen), der Aussagen der Benutzer (3 Nennungen)
- Domänenbezogene Checklisten (3 Nennungen)
- Übersichtlichere Objektbibliotheken (2 Nennungen)

3.4.1.1.3 Zusammenfassende Interpretation der Ergebnisse der Novizen

Bei der Befragung von Novizen lag der Fokus der Untersuchung darauf herauszufinden, ob Objektorientierung ein anderes Denken erforderte, und ob weitere Hilfsmittel für die Analyse erforderlich waren.

Wichtigster Anknüpfungspunkt war es zu prüfen, ob die Neulinge tatsächlich bereits Experten für die objektorientierte Methode waren. Tatsächlich wurden zwei der Gesprächspartner aus der Auswertung ausgeschlossen, da nicht zu gewährleisten war, ob sie Objektorientierung in letzter Konsequenz verstanden hatten. Die Neulinge schilderten vor allem die technischen Vorteile der Methode, die ihnen aus der Literatur vertraut waren. Bei den Nachteilen fielen vorrangig Unsicherheiten mit der neuen Denkweise ins Gewicht. So wurde als negativ empfunden, daß man sich der Methode anpassen mußte, oder daß Probleme beim Identifizieren von Objekten auftraten. Dennoch erlebten die Befragten nicht, daß sie ihre Denkweise veränderten oder eine „objektorientierte Sichtweise“ entwickelten. Hier wurde eher die grundsätzliche Fähigkeit zu Programmieren als die entscheidende eigene Veränderung gesehen. Es gab Indizien, daß mit der Objektorientierung auch eine neue Denkweise erlernt wurde, z.B. wenn Interviewpartner äußerten, daß die objektorientierte Programmierung ihnen mit zunehmender Übung leichter fiel, oder sie fanden, daß man gleich mit Objektorientierung zu programmieren anfangen solle. Die befragten Softwareentwickler konnten diese Änderungen in der Denkweise aber nicht schildern. Hier liegt eine Gefahr für die Kommunikation mit den Benutzern, gegenüber denen die Entwickler möglicherweise von Voraussetzungen ausgehen, die nicht selbstverständlich sind. Der Mythos der „*Natürlichkeit*“ der Objektorientierung trägt ebenfalls dazu bei, zu viele Kenntnisse beim Benutzer vorauszusetzen.

Ein Mittel, das diesen Kommunikationsproblemen entgegenwirken kann, ist das Strukturieren der Inhalte. Die Struktur kommt auch dem Auffinden von Objekten und Klassen zugute, denn genau in der Strukturierung lag die am weitesten verbreitete Strategie der Entwickler. Bei der Frage nach gewünschten Hilfsmitteln fielen den Interviewten überwiegend organisationale und psychologische Mittel ein. So nahm eine gemeinsame Sprache zwischen Benutzer und Entwickler sowie eine Hilfestellung beim Strukturieren und Visualisieren der Information einen hervorragenden Platz auf der Wunschliste der Befragten ein. Allerdings gab es auch Entwickler, die sich bessere Objektbibliotheken wünschten. Dieses ist um so bemerkenswerter, als die Befragten noch wenig Erfahrungen mit Wiederverwendung hatten.

3.4.1.2 Bedürfnisse der Experten (Fortange, 1997)

Das Ziel der Untersuchung von Fortange (1997) war es, Hypothesen über die psychologisch wirksamen Faktoren bei der Wiederverwendung objektorientierter Software zu generieren. Wiederverwendung wird als ein zentraler Aspekt der Objektorientierung angesehen (vgl. oben). Teile dieser Untersuchung bauten auf Ergebnissen der Befragung der Neulinge (vgl. Kap. 3.4.2.1) auf. Die befragte Zielgruppe sollten erfahrene Softwareentwickler sein, zu deren

täglichem Geschäft die Beschäftigung mit Objektorientierung gehörte. Dabei stand die Wechselwirkung psychologischer Faktoren mit den tatsächlichen technischen und organisatorischen Gegebenheiten im Fokus.

Mit der Untersuchung sollten unter anderem zwei Fragen geklärt werden:

- Welche Erfahrungen wurden mit der objektorientierten Programmierung und speziell mit der Wiederverwendung gemacht? In welcher Weise hat sich durch die Wiederverwendung von Software die Arbeitsweise verändert?
- Existieren bestimmte Programmiertechniken und Tools zur Stärkung der Wiederverwendung oder sind solche geplant? Durch welche organisatorischen Maßnahmen wird die Wiederverwendung erleichtert?

3.4.1.2.1 Methoden

Befragt wurden 14 Softwareingenieure aus neun verschiedenen Softwarehäusern. Die befragten Spezialisten hatten alle schon langjährige Erfahrungen mit objektorientierten Methoden, waren speziell mit der Wiederverwendung betraut und hatten überwiegend Leitungsfunktionen für Abteilungen und Teams. Die Interviews dauerten etwa zwei Stunden und wurden sowohl protokolliert, als auch auf Tonband mitgeschnitten. Die Durchführung und Auswertung der Interviews erfolgte nach dem Paradigma der Grounded Theory (Glaser & Strauss, 1967; Strauss & Corbin, 1996). Da die Interviews mit dem Ziel gemacht wurden, Hypothesen zu generieren, kamen mit den verschiedenen Partnern sehr unterschiedliche Gesprächsverläufe zustande. Eine Auszählung der Häufigkeiten von Nennungen würde dem Gewicht der einzelnen Aussagen nicht gerecht werden. Fortange behalf sich in seiner Expertenbefragung dadurch, daß er die Wichtigkeit bestimmter Inhalte durch alle Versuchspersonen auf Rating-Skalen einschätzen ließ. Die ersten vier Gesprächsauswertungen ließ Fortange von drei weiteren Spezialisten (ein Psychologe, zwei Informatiker) daraufhin überprüfen, ob die Zuordnung zu den Kategorien plausibel war. Dabei wurde jede Zuordnungen von allen drei Spezialisten bestätigt.

Insbesondere wurden die Befragten zu folgenden Themenbereichen interviewt, die im Zusammenhang mit der Untersuchung der Neulinge (vgl. Kap. 3.4.2.1) stehen:

- Beschreibung der Stichprobe dieser Befragung.
- Vorteile, Nachteile und Hindernisse bei der Wiederverwendung.
- Welche Faktoren führen dazu, ob Objekte oder andere Programmbestandteile wiederverwendet werden oder selbst erzeugt werden?
- Welche Werkzeuge werden zur Unterstützung gebraucht, für die Analyse, Bewertung und Archivierung?

3.4.1.2.2 Auswertung

Im folgenden sollen die Ergebnisse der einzelnen Fragebereiche vorgestellt und diskutiert werden.

3.4.1.2.2.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Hauptaufgaben der Interviewpartner lagen vor allem in der Beratung anderer Programmierer, als Fachansprechpartner für die objektorientierte Softwareerstellung und in der Programmierung von Software in Projekten mit objektorientierten Technologien. Zwei Gesprächspartner waren darüber hinaus Mitarbeiter in einer zentralen Forschungsabteilung. Neun Interviewpartner hatten zum Zeitpunkt der Befragung eine Position auf der mittleren Fachlaufbahnebene, fünf waren Abteilungsleiter einer entsprechenden Fach- bzw. Forschungsabteilung.

Die Interviewpartner waren alle männlichen Geschlechts. Das Alter lag bei zwei Drittel der Gesprächspartner unter 35 Jahren. Bei insgesamt 90% aller Befragten betrug die Firmenzugehörigkeit weniger als sieben, bei 40% sogar weniger als fünf Jahre. 90% der Interviewten hatten einen Universitätsabschluß in entweder Mathematik, Informatik, Physik oder Maschinenbau. Bei allen Gesprächspartnern waren Programmierkenntnisse in mindestens vier ablauforientierten und, mit Ausnahme von zwei Personen, auch in mindestens zwei objektorientierten Sprachen vorhanden.

3.4.1.2.2.2 Vorteile, Nachteile und Hindernisse bei der Wiederverwendung

Die angesprochenen Spezialisten nahmen eine Trennung dahingegen vor, ob sie die wiederverwendbare Software produzierten oder verwenden sollten. Abhängig davon ergaben sich für die Befragten andere Vor- und Nachteile. Alle Spezialisten wurden zu beiden Perspektiven befragt.

Aus der Perspektive des Produzenten sprach für die Wiederverwendung in der Reihenfolge der Häufigkeit der Nennungen:

- Die Zuverlässigkeit der Software kann „..... gezielter und geplanter“ genutzt werden.
- Die Software ist einfacher veränderbar.
- Es entstehen geringere Kosten
- Kollegen können schneller eingearbeitet werden

Gegen die Wiederverwendung wurde aus Produzentensicht in der Reihenfolge der Häufigkeit ins Feld geführt:

- Ein Modul, das wiederverwendet werden soll, ist aufwendiger zu programmieren.
- Der Mehraufwand, der nötig ist, wird durch die Organisation nicht getragen, indem einerseits die notwendige Zeit nicht zur Verfügung gestellt wird, andererseits die Beteiligten im Projektdenken verhaftet bleiben und nach dem Abschluß nicht die Zeit finden, Geschaffenes für die Wiederverwendung aufzuarbeiten.

- Die Angst davor, Know-how preiszugeben.

Die Spezialisten wurden mit den gleichen Fragen nach Vor- und Nachteilen der Wiederverwendung gefragt, diesmal jedoch aus der Perspektive desjenigen, der vorgefertigte Teile wiederverwendet. Dabei wurden, in der Reihenfolge der Häufigkeiten, folgende Vorteile angeführt:

- Die höhere Zuverlässigkeit der wiederverwendeten Teile.
- Eine leichtere Wartung der Programme.
- Die höhere Effizienz der Softwareproduktion (schnellere Fertigstellung, geringere Kosten).
- Der Softwareentwickler spart sich ungeliebte Tipparbeit.

Als nachteilig aus der Rolle dessen, der wiederverwendet, wurde durch die Befragten geschildert:

- Es fehlt das Vertrauen in die Kompatibilität der übernommenen Module und ihre Performance.
- Es mangelt am Support, wenn mit den verwendeten Teilen Probleme auftauchen.
- Der Anreiz zur Wiederverwendung ist nicht gegeben, es fehlen belohnende Elemente.

Interessant an den Angaben der Spezialisten war, daß sie, sowohl aus der Produzentenperspektive als auch aus der Verwenderperspektive, vor allem Vorteile priesen, die als Vorzüge der Objektorientierung insgesamt in der Literatur vorkommen (Fortange, 1997; vgl. Oesterreich, 1997, S. 29-30). Die Nachteile und Hindernisse wurden nicht so sehr in den technischen Voraussetzungen gesehen, sondern sind vor allem organisationaler und psychologischer Natur. Die Softwareingenieure fühlten sich zu wenig unterstützt, bekamen zu wenig Ressourcen, um eine Mehrfachbenutzung von Modulen zu gewährleisten. Sie mißtrauten denjenigen Teilen, die nicht von ihnen waren. Wiederverwendung unterschied sich im Nutzen also nicht von den Vorteilen der restlichen Konzepte, die sich hinter Objektorientierung verbargen. Es war also anzunehmen, daß die Probleme mit der Wiederverwendung sich ebenfalls auf den Umgang mit Objektorientierung übertragen ließen. Also mußten die Spezialisten Schwierigkeiten mit Objektorientierung nicht so sehr mit den technischen Voraussetzungen haben, sondern mit den Hürden der Organisation kämpfen und mit psychologischen Problemen. Darauf wiesen auch die Arbeiten von Loy (1993), Twehues (1994), Flor, (1997), Floyd, et al. (1997) und Saleck (1996) hin (vgl. Kap. 2.5.2).

3.4.1.2.2.3 Faktoren der Wiederverwendung

Die Arbeit von Fortange (1997) machte klar, daß Wiederverwendung nicht ausschließlich an Objektorientierung gebunden ist. So waren viele Bestandteile, die erneut genutzt werden können, auch in der ablaforientierten Entwicklung wiederzuverwenden. So können Algorithmen, Code, Funktions- und Klassenbibliotheken, Software- Architektur und Design, Frameworks, Applikationen und Dokumentationen wiederverwendet werden. Alle diese nach der Komplexität geordneten Bestandteile waren Gegenstände der Wiederverwendung bei den Befragten.

Die Interviewpartner unterschieden nicht zwischen den unterschiedlichen Gegenständen der Wiederverwendung. Dabei konnten, wie im Falle von Software- Architektur und Design sowie Frameworks, auch Analyseergebnisse wiederverwendet werden. Dieses geschah bspw. bei der Übertragung von domänenspezifischen Lösungen. Dieser Faktor kann sich negativ auswirken, da in einem solchen Fall die Software durch die Wiederverwendung Gefahr läuft, nicht an die reale Aufgabe angepaßt zu sein, und die Übernahme von fertigen Lösungen zu Domänen die Einbeziehung von der betroffenen Mitarbeitern nicht erfordert. Dadurch wird die Akzeptanz der Softwarelösung geschmälert.

Vor allem die Verwendung von Bestandteilen aus Bibliotheken (Funktions- wie auch Klassenbibliotheken) wurde von den Interviewpartnern zwiespältig eingeschätzt. Einerseits erleichterten übernommene Teile die Arbeit und führten zu standardisierteren Lösungen. Andererseits herrschte Unsicherheit über das Auffinden geeigneter Elemente der Wiederverwendung und deren Zuverlässigkeit.

Die befragten Entwickler schilderten, daß es ihnen leichter falle, eigene Produkte wiederzuverwenden. Dieses fand oft ungeplant statt, die Elemente waren nicht für die Wiederverwendung konzipiert, im Gegensatz zur geplanten Verwendung, die in die Elemente der Bibliotheken hereinkonstruiert worden war. Dieses „*Not- invented- here-*“ Syndrom (Kauba, 1996; vgl. Fortange, 1997, S. 36), das besagt, daß die Entwickler sich scheuen, Elemente zu benutzen, die nicht von ihnen oder aus ihrer Umgebung stammen, führte zu einer schlechteren Ausnutzung der Vorteile der Objektorientierung. Einerseits wurden dadurch nämlich Elemente ungeplant wiederverwendet. Diese waren in der Regel nur in einer Programmumgebung getestet, nämlich jener, für die sie geschaffen wurden. Kompatibilität und Performanz waren ungeklärt. Zum anderen wurden nicht alle Möglichkeiten zur Wiederverwendung ausgeschöpft, wenn die Elemente anderer Abteilungen oder aus Bibliotheken nicht in Betracht gezogen wurden. Dadurch kam es zu ineffizienten Mehrfachentwicklungen.

Als Gründe für das „*Not- Invented- Here-*“ Syndrom gaben die Entwickler in der Reihenfolge der Häufigkeiten an:

- Konkurrenzdenken zwischen den Abteilungen als Hemmschwelle zum Wiederverwenden
- Mangelndes Fachwissen der Entwickler über objektorientierte Programmierung.
- Es gibt keine Anreize dafür, wiederzuverwenden.
- Innovationsfeindlichkeit der Softwareingenieure.
- Priorität der Endfunktionalität vor Wiederverwendbarkeit.
- Unterschiedliche Qualitätsbegriffe zwischen den einzelnen Softwareentwicklern.
- Die Frage, auf welche Weise die wiederzuverwendenden Module aufgefunden werden können (bspw. in Bibliotheken).

3.4.1.2.2.4 Werkzeuge zur Unterstützung

Die Spezialisten wurden ebenfalls dazu befragt, welche Werkzeuge zur Unterstützung von Wiederverwendung für sie hilfreich wären. Dabei wurden auch viele Wünsche an Unterstützung angesprochen, die sich nicht nur auf die Erleichterung von Wiederverwendung bezogen. An dieser Stelle sollen speziell jene Wünsche an eine übergreifende Unterstützung von Objektorientierung dargestellt werden.

Der Unterschied zwischen den übergreifenden und den speziell auf die Wiederverwendung zugeschnittenen Hilfestellung bestand vor allem darin, daß es sich bei den speziellen Werkzeugen vor allem technische Lösungen handelte, während bei den allgemeinen Hilfsmitteln vor allem um organisationale/kommunikative Lösungsansätze angegeben wurden. Letztere wurden allerdings von den Befragten deutlich weniger genannt als die technischen Lösungen (vgl. Fortange, 1997).

Bei den übergreifenden Werkzeugen wurden in der Reihenfolge der Nennungen vor allem folgende Wünsche geäußert:

- Hilfsmittel, um die Problemanalyse zu vereinheitlichen.
- Schulungsprogramme, um zu Vereinheitlichungen/Standardisierung der Vorgehensweise zu gelangen.
- Stärkung der Kommunikation in den Teams und Projekten.
- Hilfsmittel zur Visualisierung

3.4.1.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Experten

Obwohl es in der Untersuchung von Fortange (1997) vor allem um Fragen zur Wiederverwendung ging, zeigten die Antworten der befragten Softwareentwickler die Verinnerlichung des objektorientierten Ansatzes. Besonders die Vorzüge der Wiederverwendung wurden von den Befragten als identisch zu den Vorteilen der objektorientierten Softwareentwicklung gesehen. Als Hemmnisse für die Mehrfachnutzung von Elementen wurden jedoch nicht technische Faktoren, sondern vielmehr organisationale und psychologische Probleme geschildert.

Bei den unterschiedlichen Umfängen der Elemente, die wiederverwendet werden können, schlossen Softwareentwickler, vom Algorithmus bis zur kompletten Applikation, nichts aus. Die Gefahr, durch Übernahme von domänenspezifischen Lösungen keine aufgabenorientierte Software zu bieten oder die Benutzer zu überfahren, wurde nicht gesehen.

Nach benötigten Hilfsmitteln befragt, wünschten sich die Spezialisten vor allem Mittel für den Umgang mit Datenbanken, Dokumentationen und Versionsverwaltungen (technische Hilfsmittel). Allerdings fehlen auch Hilfestellungen zur Problemanalyse, Schulung und Visualisierung. Ein interessantes Ergebnis bestand darin, daß die Interviewten zwar vorrangig organisationale/psychische Schwierigkeiten der Wiederverwendung schilderten, sich aber vor allem technikzentrierte Hilfsmittel wünschten, um ihre Probleme zu beheben.

3.4.2 Diskussion der Ergebnisse der Befragungen der Softwareentwickler

In diesem Abschnitt sollen die Ergebnisse der Befragung der Novizen und die Erkenntnisse aus der Untersuchung der Experten im Zusammenhang diskutiert werden. Dabei soll geklärt werden, ob Objektorientierung die Denkweisen der Entwickler veränderte, und welche Hilfsmittel für die objektorientierte Softwareentwicklung im Kontakt mit dem Benutzer für nötig erachtet wurden.

Die Ergebnisse aus den Beschreibungen der jeweiligen Stichproben zeigten, daß die Auswahl der Extremgruppen funktionierte. So wurde gewährleistet, in beiden Gruppen tatsächlich Experten der Objektorientierung befragt zu haben. Die Novizen wurden so ausgesucht, daß sie erste Erfahrungen mit der Methode gemacht und das Konzept Objektorientierung vollständig verstanden hatten, ohne daß sie den Kontakt zur vorher präsenten ablauforientierten Entwicklung verloren hatten. Die Experten waren in ihren Unternehmen langjährig tätig und wurden als die Ansprechpartner für den Aspekt Wiederverwendung angesehen.

Ein Vergleich der beiden Untersuchungen kann insofern kritisch sein, als unterschiedliche qualitative Paradigmen der Datenerhebung und Auswertung zugrundegelegt wurden. Während die Untersuchung der Novizen inhaltsanalytisch bearbeitet wurden, fand die Befragung der Experten nach der Grounded Theory statt. Die sich hieraus ergebenden Unterschiede bezüglich der Qualität der Kategorien und ihrer Quantifizierbarkeit (z.B. durchgängige Befragung aller Interviewten vs. Hypothesentestung im Gespräch) sind für den Vergleich aus zwei Gründen nicht fatal: Zum einen ging es bei dem Vergleich der beiden Gruppen vorrangig um das Generieren von Hypothesen und nicht um deren Überprüfung. Zum anderen waren die beiden Stichproben sehr klein ($n=10$, bzw. $n=14$), so daß die Möglichkeit bestand, die Gesprächsführung der Untersuchung von Fortange (1997) nachzuvollziehen und in der Auswertung der Befragung der Novizen anzugleichen.

Ein weiterer Punkt, an dem der Vergleich der Untersuchungen kritisch sein konnte, bestand im unterschiedlichen Fokus, den beide auf das Thema hatten. Während die Befragung der Novizen auf die veränderte Denkweise ausgerichtet war, wurden die Experten zur Wiederverwendung gefragt. Die Ergebnisse zeigten jedoch, daß es vergleichbare Äußerungen gab. Auch waren beide Blickpunkte der Untersuchungen auf die jeweiligen Bedürfnisse der Befragten zugeschnitten. So war es für den erfahrenen Entwickler schwierig, sich an die Zeit zu erinnern, als Objektorientierung noch kein Bestandteil der eigenen Kompetenzen war, den Neulingen fiel dies leichter. Umgekehrt konnte der objektorientierte Softwareentwickler noch wenig zu Wiederverwendung urteilen, wenn die Sicherheit im Umgang mit der Methode und den gängigen Objektbibliotheken noch nicht gegeben war. Für den erfahrenen Entwickler steckte an dieser Stelle jedoch ein wichtiger Nutzen.

Auffallend war, daß sich die Novizen, wie auch die erfahrenen Entwickler in gleicher Weise, über die Vorteile der Objektorientierung äußerten, auch wenn die Experten speziell über die

Pluspunkte der Wiederverwendung befragt wurden. Dabei wurden ausschließlich Vorzüge genannt, die aus der Literatur bekannt sind. Bei den Novizen ließ sich argumentieren, daß sie gerade aus einer Veranstaltung rekrutiert wurden, die diese Vorzüge thematisierte, diese also noch stark präsent waren, während die eigenen Erfahrungen noch einen geringen Beitrag zur Schilderung neuer Vorzüge leisten konnte. Für die Profis ließ die Gleichstellung der Vorteile von Wiederverwendung und Objektorientierung darauf schließen, daß in der Mehrfachnutzung ein entscheidender Bestandteil der objektorientierten Methoden gesehen wurde. Zwar wurde die Wiederverwendung auch von den Neulingen als Vorteil der Methode wahrgenommen, allerdings noch nicht in dem Ausmaß der erfahrenen Entwickler.

In den Gesprächen thematisierten die Entwickler immer wieder ihre eigene Unsicherheit gegenüber den objektorientierten Methoden. Diese Irritationen kamen vor allem bei den Nachteilen zur Sprache. Interessanterweise schilderten die Neulinge bei den Nachteilen vor allem Unsicherheiten im Gebrauch und in den Konsequenzen des Einsatzes der Methode. Die erfahrenen Entwickler hatten diese Probleme durch den langen Umgang mit Objektorientierung verständlicherweise nicht. Statt dessen blieben aber die Unsicherheiten, die sie bei der Übernahme fremder Arbeitsergebnisse zeigen. Dieses „*Not-invented-here*“-Syndrom behinderte die konsequente Nutzung der Vorteile der Objektorientierung.

Eine eindeutige Erkenntnis aus den beiden Befragungen war, daß sich die Denkweise durch Objektorientierung veränderte. Sie änderte sich dadurch, daß die objektorientierte Denkweise gelernt und angewendet werden mußte. Nur so sind die anfänglichen Unsicherheiten und die Unterschiede zwischen Novizen und Experten zu erklären. Erstaunlich war, daß schon die Novizen die Veränderungen in der Herangehensweise an die Softwareentwicklung nicht bemerkten. Diese Tatsache spricht dafür, daß Introspektion nicht das Mittel der Wahl zum Erkenntnisgewinn der inneren Vorgänge der Softwareentwickler ist. Das zeigte sich auch daran, daß die Entwickler mehrheitlich nicht genau benennen konnten, welche Strategien sie wählten, um Objekte oder Klassen aufzufinden.

Als besonders schwieriger Punkt für die Einbeziehung der Benutzer in den Softwareentwicklungsprozeß erwies sich die Tendenz der Ingenieure, komplette Lösungen für Domänen zu übernehmen. So wünschten sich die befragten Novizen Checklisten für das Auffinden von Objekten in bestimmten betrieblichen Umfeldern. Die Experten verwendeten ganze Elemente inklusive der Analysedaten wieder. Auf diese Weise wurde zwar die Unsicherheit der Entwickler reduziert, weil ein Modell bestand, an das man sich anlehnen konnte. Gleichzeitig wuchs allerdings die Gefahr, den Bedürfnissen des Einzelfalls nicht gerecht zu werden. Durch diese Vorgehensweisen kommt der Verdacht auf, daß die Softwareingenieure den Kontakt mit den Benutzern vermeiden wollen, weil dieser zu unkontrollierbaren Störungen führen kann.

Bei der Frage nach der gewünschten Unterstützung durch Hilfsmittel unterschieden sich die Befragten vor allem bei den notwendigen technischen Hilfsmitteln. Bei den Experten überwo-

gen bei weitem die konkreten technischen Hilfsmittel zum Umgang mit Datenbanken gegenüber den organisational/psychologischen Werkzeugen. Bei den Novizen nannten nur zwei Befragte solche Mittel. Diese Mengenverhältnisse sind ein Artefakt, da ja die erfahrenen Entwickler speziell nach Hilfsmitteln zu Wiederverwendung gefragt wurden, während die Neulinge über Mitteln für die Analyse von Arbeit antworten sollten. Die wichtige Erkenntnis besteht darin, daß sowohl für Novizen als auch für erfahrenen Entwickler der Umgang mit Objektdatebanken für die Wiederverwendung durch geeignete Hilfsmittel zu verbessern ist. Dabei muß auch klar werden, daß durch ein verbessertes Auffinden von wiederverwendbaren Elementen nicht das Mißtrauen gegenüber ihrer Güte verschwindet. Tatsächlich werden solche Hilfsmittel alleine die Nutzung der Vorteile der Objektorientierung nicht verbessern.

Dies wird vielmehr durch die organisationalen und psychologischen Hilfsmittel passieren, die sich die Befragten wünschten. Während die Novizen Mittel zur Strukturierung der Abläufe und des Problemraums, eine gemeinsame Sprache zwischen Benutzern und Entwicklern und eine Visualisierung der Abläufe benötigten, suchten die erfahrenen Ingenieure nach Hilfen bei der Analyse, Verbesserung der Kommunikation der Beteiligten untereinander (hier: im Team) und nach verbesserter Visualisierung. Erfreulich ist, daß sowohl für die Neulinge als auch für die Profis im Grunde die gleiche Unterstützung fehlte.

Für die Konstruktion eines Instruments zur Modellierung subjektiver Vorgangsabbilder bedeuten diese Wünsche nach Unterstützung folgende Anforderungen:

- Das Instrument muß die betrieblichen Abläufe strukturiert darstellen und visualisieren.
- Instrument muß die gemeinsame strukturierte Sprache zwischen den Benutzern und den Entwicklern darstellen/herstellen können.

3.5 Zusammenfassende Formulierung der Anforderungen aus der (objektorientierten) Softwareentwicklung

Im Kapitel 3 wurden die Anforderungen abgeleitet, die sich an ein Instrument zur Analyse subjektiver Vorgangsmodelle aus der Perspektive der objektorientierten Softwareentwicklung ergeben.

Das Instrument muß, um diesen Anforderungen zu genügen, die Use-Cases vollständig und effizient erheben. Dazu muß das Instrument den betrieblichen Ablauf schrittweise und strukturiert erheben sowie visualisieren. Der Ablauf muß sich auf unterschiedlichen Detaillierungsniveaus darstellen lassen und auch den momentanen Ist- wie den angestrebten Sollzustand aufzeigen können. Damit die Bereitschaft zur formalen Analyse der Beteiligten erhöht wird, muß das Verfahren möglichst einfach sein, also keine speziellen Kenntnisse oder Fähigkeiten erfordern. Syntax und Semantik der Modelle müssen eindeutig und formal definiert sein, außerdem muß es möglich sein, die interne Konsistenz der einzelnen Modelle zu überprüfen.

Im einzelnen müssen die mit IVA geschaffenen Modelle:

- Eine Leistungsbeschreibung des Systems aus Sicht des Benutzers liefern.
- Vollständig, eindeutig und widerspruchsfrei sein.
- Die Modelle müssen kommunizierbar sein, also so dargestellt werden, daß alle Beteiligten sie verstehen können.
- Die Modelle müssen die Kommunikation verbessern, indem sie mit möglichst einfachen Elementen eine gemeinsame Sprache zwischen Benutzer und Entwickler darstellen.
- Schließlich müssen die Modelle dazu beitragen, das Entwicklungsrisiko und die Kosten zu reduzieren.

Dabei sollte IVA zwischen dynamischen und statischen Elementen unterscheiden. Im Vorgangsmodell müssen folgende Inhalte abgebildet werden: Vorbedingungen, Arbeitsschritte, Ziele/Nachbedingungen, Werkzeuge, kritische Merkmale der Aufgabe und Störungen/Alternativen.

4 Anforderungen an subjektive Vorgangsmodelle aus der Arbeitspsychologie

In Kapitel 2 wurde gezeigt, daß Objektorientierung die Chance bietet, die Gruppe der Kunden, hierin besonders die Endbenutzer, bei der Softwareentwicklung mit einzubeziehen. Hierzu eignet sich die Erhebung der subjektiven Vorgangsmodelle. Der Prozeß der Entwicklung selbst, aber auch die Akzeptanz der Software profitieren davon, wenn die Gestaltung der Arbeit integrierter Bestandteil des Softwareengineerings wird.

Dieses Kapitel soll theoretische Ansätze aus der Arbeitspsychologie bezüglich der Anwendung in der objektorientierten Softwareentwicklung beleuchten. Dazu werden Modelle zur Handlungstheorie und zum soziotechnischen Ansatz vorgestellt, Aspekte der Arbeitsgestaltung beleuchtet und Bedingungen, die Beteiligung der Betroffenen zu ermöglichen, betrachtet. Hieraus werden Anforderungen an ein Instrument zur Vorgangsanalyse abgeleitet und bewertet.

4.1 Handlungstheoretische Grundlagen

In diesem Kapitel sollen zwei Herangehensweisen an Handlungen aufgezeigt und die Implikationen, die sich für ein Instrument zur Darstellung subjektiver Vorgangsmodelle ergeben, dargestellt werden. Bei den Ansätzen handelt es sich um die Handlungsregulationstheorie (Hacker, 1986) und den Cognitive- Engineering Ansatz (Norman, 1986). Beide Denkmodelle haben Handlungen als Thema, d.h. „willentlich- zielgerichtete Tätigkeiten“ (Hacker, 1986, S. 62). Sie zeichnen sich durch das Setzen von Zielen und die Auswahl passender Methoden aus, um zu diesen Zielen zu gelangen. Diese Sichtweise paßt gut zu den in Kapitel 3 referierten Modellen zur Darstellung von Abläufen (z.B. GOMS Card, Moran & Nevell, 1983). Die in diesem Kapitel referierten Ansätze begründen sich beide auf die Ideen von Miller, Galanter und Pribram (1960) über Pläne und Struktur des Verhaltens.

Der Zusammenhang zwischen Aufgabenmodellen und Handlungen ist nicht trivial. Sowohl der Ansatz der Handlungstheorie als auch der des Cognitive Engineering gehen davon aus, daß Handlungen durch subjektive Modelle gesteuert werden. So definiert Norman (1986, S.37) drei Aspekte von Aufgaben: Ziele, Intentionen und Spezifikation der „*action sequence*“. Diese Folge von Aktionen, die über Teilziele zur Zielerreichung führt, ist beiden Ansätzen inhärent. Norman (S.37) erläutert die Spezifikation der Folge von Aktionen als „mapping from goals and intentions to action sequence“. Analog dazu erläutert Hacker (1986) das Konzept der möglichen Abfolge von Handlungsschritten als operatives Abbildsystem. Beide Ansätze und die Anforderungen, die sich daraus für IVA ergeben, sollen im folgenden dargestellt werden.

4.1.1 Handlungsregulationstheorie

Folgt man Hacker (1998, S.45), dann sind Handlungen bewußte zielgerichtete Tätigkeiten. Das Ziel der Handlung ist die Verwirklichung des vorweggenommenen Resultats, das vor dem Handeln ideell gegeben ist. Es wird willensmäßig auf das Ziel hin reguliert und ist in einen gesellschaftlichen Kontext eingebunden. Die Herstellung des Produktes hat Auswirkungen auf die Persönlichkeit und die Einstellungen des Handelnden.

Handlungen werden durch den Handelnden horizontal und vertikal strukturiert, wie in Abbildung 18 dargestellt. Die vertikale Struktur der Handlung entsteht dadurch, daß der Handelnde sich Teil- und Zwischen- oder Unterziele sucht. Gleichzeitig besteht die Handlung aber auch aus einer Sequenz von Handlungsschritten, die hintereinander durchgeführt werden, um auf dem Weg der Teilzielerreichung schließlich zum Ziel zu gelangen. So zerfällt bspw. die Tätigkeit „Kontrolle der Steuererklärung“ in mehrere horizontal angeordnete Teiltätigkeiten, z.B. „Ermitteln der notwendigen Angaben“, „Kontrolle der Angaben“ und „Versendung der Erklärung“. Bei der „Ermittlung der notwendigen Angaben“ werden wieder Teilziele gesetzt, bis hinab zur Abfolge von nacheinander zu vollziehenden Bewegungen. Die Ordnung vom Teilziel, „Briefmarke aufkleben, als Teil von „Versendung der Erklärung“ bis zur „Kontrolle der Steuererklärung“, ist die vertikale Struktur der Handlung. Die Zielerreichung wird durch den Handelnden auch auf unterschiedlichen Bewußtseinsebenen kontrolliert (vgl. Abb. 18).

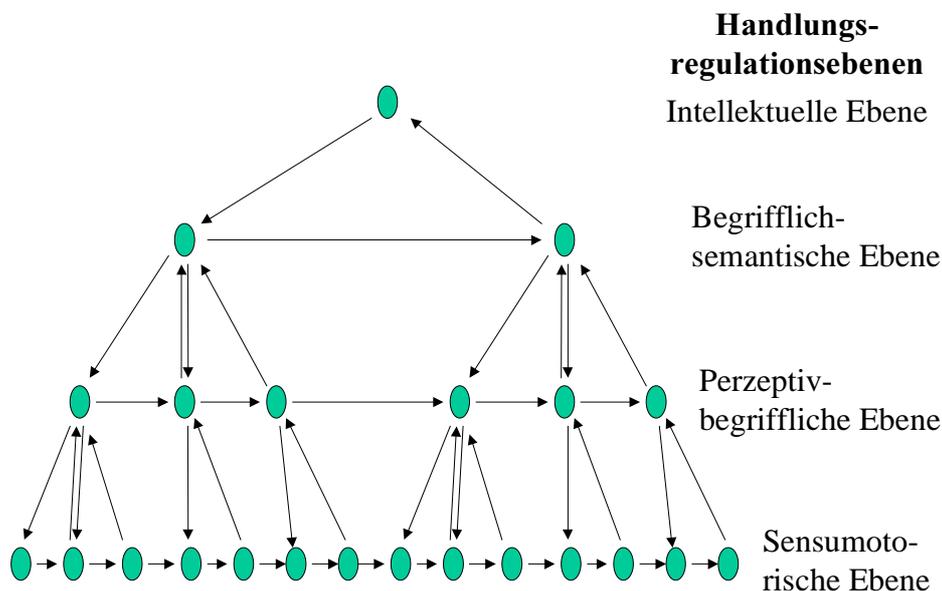


Abbildung 18: hierarchische und sequentielle Gliederung von Handlungen

Diese horizontale und vertikale Struktur findet auch in der Struktur der Software eine Parallele. In der Softwarekomposition gibt es ein zeitliches Nacheinander, so ist der vertikale Aufbau durch den Wechsel der Abstraktionsebenen gegeben (Goguen, 1986). In der Objektorien-

tierung entsprechen diese Strukturen der Vererbung und Aggregation (Whittle, 1995). Insofern gibt die horizontale und vertikale Strukturierung für den Softwareentwickler sowohl ein passendes Modell für die eigenen Aktionen, als auch für die Struktur der Software ab. Auch für das Konzept der iterativen Softwareentwicklung ist die vertikale und horizontale Strukturierung von Handlungen ein gutes Konzept. Die Beteiligten können sich nach ihren Bedürfnissen von den übergreifenden zu den speziellen Themen während der Iteration vorantasten (inkrementelle Iteration). Oder sie können verschiedene Handlungsziele nebeneinander bearbeiten (parallele Iteration).

Die Kontrolle, ob ein Handlungsschritt erfolgreich war, erfolgt über Vornahme-, Veränderungs- Rückkopplungseinheiten (VVR- Einheiten; Test- Operate- Test- Exit- Einheiten nach Miller, Galanter & Pribram, 1960). Ein Handlungsschritt wird so lange durchgeführt, bis das hierarchisch nächsthöher gelegene Ziel erreicht wird.

Das Entscheidende an der Theorie sind jedoch die operativen Abbildsysteme (OAS). Sie bestimmen zum einen, auf welche Weise das Oberziel in Teilziele zerlegt wird. Auf der anderen Seite bestimmt die Realitätstauglichkeit der OAS, ob die handelnde Person den Auftrag erledigen kann, und inwieweit sie sich persönlich entwickelt. Die Inhalte der OAS sind in Abbildung 19 dargestellt.



OAS- Inhalte:

Repräsentationen von Ausgangszuständen, Ausgangsbedingungen

Prädiktionen von Transformationen zwischen Ausgangs- und Endzustand; Maßnahmen

Ziele als Antizipationen von Resultat bzw. Sollzustand und Prädiktion von Folgen

Abbildung 19: Schematischer Überblick zu Inhalten des OAS (Hacker, 1986, S. 123)

Bei den OAS handelt es sich um die zeitweilig invarianten, regulierenden Abbilder, die der Handelnde sich zur Erreichung des Handlungszieles bildet. Wichtiger Bestandteil der OAS sind die Sequenz der Teilziele und die Operationen die zur Zielerreichung führen. Alle Alternativen, die eine handelnde Person in ihrer Situation wahrnimmt, werden in den OAS berück-

sichtigt, d.h. die Gesamtheit der subjektiven Freiheitsgrade ist entscheidender Bestandteil der OAS (Hacker, 1987, S.107). Als solche umfassen operative Abbilder nicht nur die Ziele, die vorweggenommenen Arbeitsergebnisse oder die Sollwerte bei Prozeßregulationen, sondern auch die Ausführungsbedingungen, die während der Tätigkeitsdurchführung herrschen, und Hypothesen über die nötigen Transformationsmaßnahmen. Als solches werden also in den OAS sowohl der Ausgangszustand, als auch die Arbeitstätigkeit selbst, sowie der Endzustand repräsentiert (vgl. Abb. 19).

OAS haben einen großen Einfluß auf die Persönlichkeit der Handelnden. Sie verändern sich in Abhängigkeit der Aufgabencharakteristika und der Leistungsvoraussetzungen (Hacker, 1986; vgl. Abb. 20). Beide sind sowohl objektiv gegeben, als auch subjektiv im OAS repräsentiert. Das Zusammenwirken aus Aufgabencharakteristika und Leistungsvoraussetzungen bestimmt zum einen die Schwierigkeit der Aufgabe und damit die Inanspruchnahme der Leistungsvoraussetzungen und zum anderen das Arbeitsergebnis. Beides wirkt zurück auf die Aufgabe und die Leistungsvoraussetzungen und beeinflusst damit das OAS. Die Schwierigkeit der Aufgabe und das Ergebnis der Aufgabe geben dem Handelnden nämlich eine Rückmeldung über die Güte des OAS. Ist eine Aufgabe durch ein bestehendes OAS auszuführen, so bleibt es unverändert erhalten und wird gefestigt. Ist sie zu leicht, können sich OAS zurückbilden, weil Teile des OAS nicht gebraucht werden. Die Kompetenzen der handelnden Person verarmen. Ist die Aufgabe jedoch schwierig und wird bewältigt, dann wird das OAS erweitert. Damit erweitern sich die Kompetenzen des Handelnden. Im schlimmsten Fall ist eine Aufgabe zu schwierig und läßt sich mit dem bestehenden OAS nicht lösen. Dem Handelnden bleibt nur, das bestehende OAS zu dieser Situation zu verwerfen. Durch diesen Umstand findet dann eine Dequalifizierung statt.

Auch das Modellieren der Arbeit ist als solches eine Aufgabe, die Einfluß auf das OAS hat, da die Aufgabe unter anderen Kontextbedingungen (virtuell) und mit einer anderen Zielsetzung (Modellieren statt Produzieren) durchlaufen wird. Das OAS von Aufgaben, die bereits durch den Handelnden routinemäßig durchgeführt werden, kann dadurch erweitert werden, daß andere Ebenen der Handlungsregulation einbezogen werden müssen, um das Modell zu gestalten. Da Softwareentwicklung immer eine Form der Arbeitsgestaltung ist, wird es entscheidend, die OAS der Personen, die mit dem neuen Produkt arbeiten müssen, mit zu erheben, um einer Dequalifizierung vorzubeugen.

Aus der Handlungsregulationstheorie lassen sich zusammenfassend verschiedene Forderungen für die Abbildung subjektiver Vorgangsmodelle ableiten. Zum einen muß ein solches Instrument sich für die Beschreibung von Handlungen auf unterschiedlichen Regulationsebenen einsetzen lassen, um für die Iteration tauglich zu sein. Damit muß es der horizontalen und vertikalen Strukturiertheit von Handlungen gerecht werden. Außerdem soll das Instrument dazu in der Lage sein, Inhalte des OAS abzubilden. Dafür muß es die Ausgangszustände, die

Ausgangsbedingungen, die Transformationen und die erwarteten Zielzustände beschreiben können.

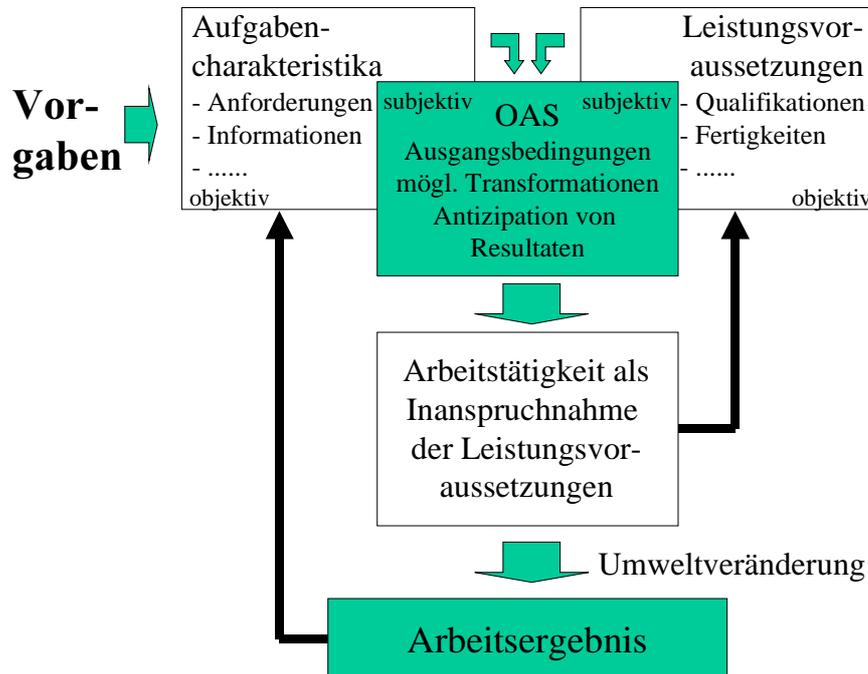


Abbildung 20: Einfluß der Beanspruchung auf das OAS (modifiziert nach Hacker, 1986)

4.1.2 Cognitive- Engineering- Ansatz

Ein zweiter Ansatz zur Handlungstheorie ist der Cognitive- Engineering- Ansatz von Norman (1986), der sich speziell mit den Mensch- Maschine- Interaktionen befaßt. Auch dieses Konzept bezieht sich, wie die Handlungstheorie, nur auf zielgerichtetes Verhalten. Wie Hacker bezieht sich auch Norman auf die Theorie von Miller, Galanter und Pribram (1960). Der Ansatz geht davon aus, daß es für Menschen nicht einfach ist, mittels Maschinen ihre Ziele zu erreichen. Vielmehr gibt es eine Lücke („*cognitive gap*“) zwischen den Zielen und der Verwirklichung mittels des physikalischen Systems der Maschine, die während der Interaktion mit dem Maschinen- Interface überbrückt werden muß. Dies geschieht in der Interaktion mit Maschinen an zwei Stellen, nämlich zuerst bei der Ausführung der Handlung und dann bei der Evaluation der Handlung (vgl. Abb. 21).

Der Benutzer durchläuft also bei der Durchführung von Handlungen eine Reihe von Übersetzungsschritten. Er bildet seine Ziele in Intentionen ab, aus denen er Handlungsspezifikationen ableitet, die abhängig von seinen Vorkenntnissen sind. Diese Spezifikationen entsprechen weitgehend den OAS bei Hacker (vgl. oben). Der Benutzer muß seine Vorhaben mit Hilfe der Interfacefunktionen ausführen. Hier kommt im Konzept eine zusätzliche Schwierigkeit auf den Benutzer von Maschinen (und hier speziell von Software) zu, die in der Handlungstheorie von Hacker nicht berücksichtigt ist: Ein Benutzer kann sehr wohl ein zielführendes OAS, bzw. eine richtige Handlungsspezifikation haben, aber dennoch nicht zum Ziel kommen, da er

mit der Bedienungsschnittstelle nicht zurecht kommt, etwa weil Funktionen nicht zugänglich oder bedienbar sind.

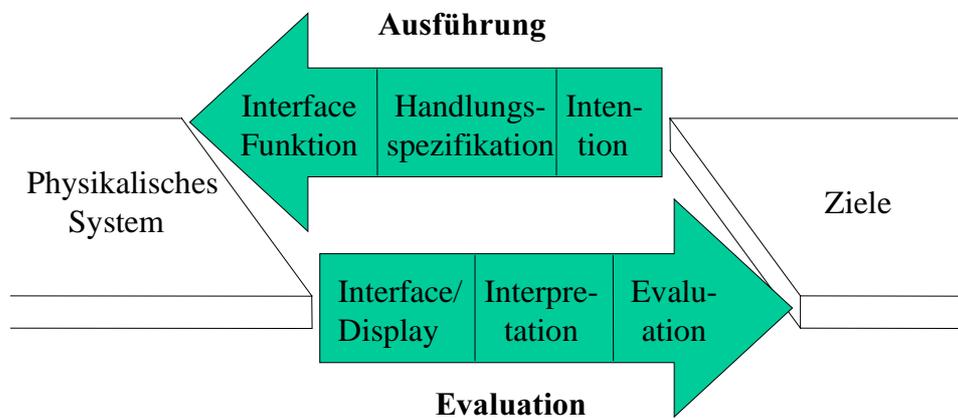


Abbildung 21: Ausführungs- und Evaluationsbrücke zwischen den Zielen und dem physikalischen System (Norman, 1986, S.40)

Norman (1986) teilt den Ablauf der Benutzeraktivität in sieben Phasen ein (vgl. Abb. 21):

- Zielfindung
- Ausformung von Intentionen
- Spezifizieren der Handlungssequenz
- Ausführen der Handlung
- Wahrnehmung des Systemstatus
- Interpretation des Zustands
- Bewertung des Systemstatus nach den Zielen und Intentionen

Diese Phasen werden der Reihenfolge nach bei jedem Interaktionsschritt durchlaufen. Dabei fokussiert der Ansatz nicht wie die Handlungsregulationstheorie auf eine Folge von Zielen mit den entsprechenden Handlungen oder auf eine hierarchische Ordnung von Aktionen. Statt dessen rückt die Denkweise des Cognitive Engineering die Kognitionen des Handelnden als Strukturieren und Bewerten von Signalen in den Vordergrund. Für die Güte der Mensch- Maschine- Interaktion sind also kognitive Verarbeitungen und damit subjektive Modelle entscheidend. Daraus ergibt sich, daß Software so konstruiert werden muß, daß sie auf die subjektiven Modelle der zukünftigen Benutzer bezug nehmen kann.

Für ein Instrument zur Darstellung subjektiver Vorgangsmodelle ergeben sich aus dem Ansatz die folgenden Anforderungen: Wie auch aus der Handlungstheorie heraus müssen die Ziele

und die Handlungssequenzen der Handelnden aus deren Sicht modelliert werden. Darüber hinaus aber muß das Instrument auch die Möglichkeit bieten, die Zielzustände und die Interpretationen, die sich daraus ergeben, darstellen zu können.

4.2 Soziotechnische Grundlagen

Der soziotechnische Systemansatz (Emery, 1959) beschäftigt sich mit den charakteristischen Merkmalen von Arbeitssystemen, in denen Arbeitstätigkeit mehrheitlich stattfindet (Ulich, 1994, S. 151). Soziotechnische Systeme zeichnen sich durch zwei Merkmale aus (vgl. Abb. 22):

- Zum einen sind es offene und dynamische Systeme (Bertalanffy, 1950), d.h. sie stehen mit der Umwelt in Beziehung, indem sie sowohl Materie, Energie, Informationen und Normen erhalten und abgeben.
- Zum anderen besteht das Arbeitssystem aus zwei Teilsystemen, die miteinander durch die Arbeitsrolle der Beschäftigten verzahnt sind. Das eine Teilsystem ist das soziale. Es besteht „aus den Organisationsmitgliedern mit ihren individuellen und gruppenspezifischen Bedürfnissen physischer und psychischer Art, insbesondere deren Ansprüchen an die Arbeit sowie ihren Kenntnissen und Fähigkeiten“ (Alioth, 1980, S.26). Das technische Teilsystem ist zusammengesetzt „aus den Betriebsmitteln, den Anlagen und deren Layout, generell aus den technologischen und räumlichen Arbeitsbedingungen, die als Anforderungen dem sozialen System gegenüberstehen“ (Alioth, a.a.O.). Die Arbeitsrolle legt sowohl die Funktionen der Einzelnen als auch die nötigen Kooperationsbeziehungen fest und verbindet so die beiden Teilsysteme. Letztlich definiert diese Rolle die notwendigen und einsetzbaren Qualifikationen und Kompetenzen. Damit hat sie einen entscheidenden Einfluß auf die nötige und mögliche Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine.

Der Ansatz macht auch Aussagen über die Aufgaben, die das soziotechnische System zu bewältigen hat. So hat das System zuerst seine Primäraufgabe, nämlich diejenige, für deren Erfüllung es geschaffen wurde. Eine Autofabrik fertigt Autos, ein Softwarehaus erstellt Software. Da soziotechnische Systeme jedoch offen und dynamisch sind, ist für die Aufrechterhaltung der Organisation die Sekundäraufgabe entscheidend. Damit sind die Aktivitäten gemeint, die einerseits der Systemerhaltung dienen, wie z.B. Wartung, Schulung und Unterhalt, und andererseits der Regulation, wie z.B. Inputsteuerung und Koordination.

Für die Modellierung subjektiver Vorgangsabbilder ergeben sich aus diesem Ansatz mehrere Anforderungen. Die zentrale Position, die die Arbeitsrolle für die Verzahnung der beiden Teilsysteme spielt, ist ein weiteres Argument dafür, daß die Erhebung von subjektiven Vorgangsmodellen, in denen die Arbeitsrolle des Individuums mit enthalten ist, einen wichtigen Beitrag zur Softwareentwicklung leisten kann (vgl. Kap.2). Da technisches und soziales System voneinander abhängen, belegt der Ansatz auch, daß die Entwicklung und Implementierung von Software zu kurz greift, wenn das soziale Teilsystem nicht berücksichtigt wird.

Gleichzeitig bietet der Ansatz auch Implikationen zur optimalen Gestaltung von Mensch- Maschine- Schnittstellen (vgl. Kap. 4.3.2).

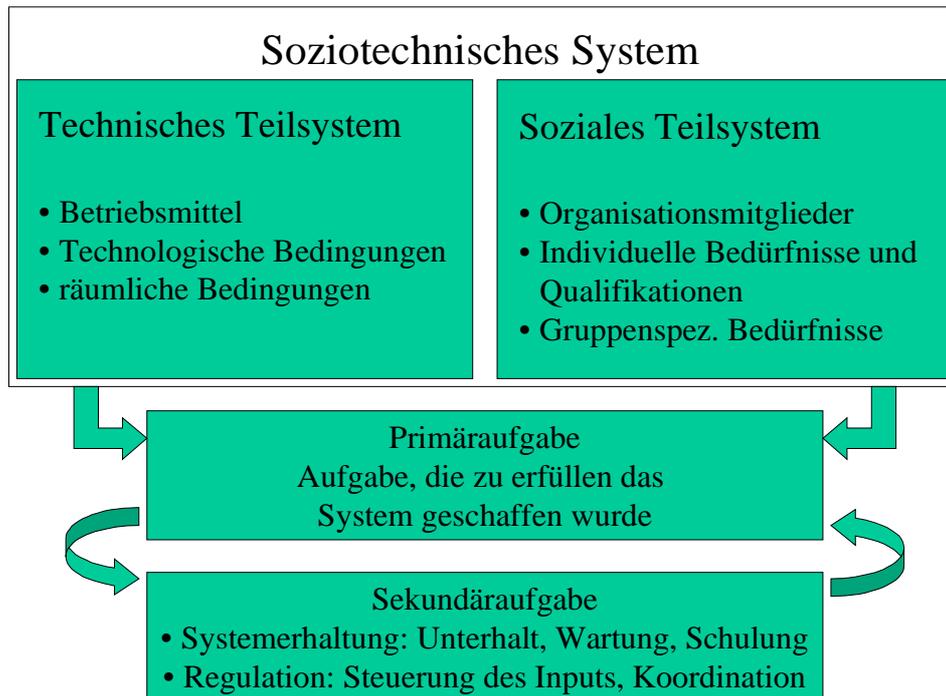


Abbildung 22: Soziotechnische Systeme (in Anlehnung an Ulich, 1994)

Die Anforderungen, die sich jedoch für ein Instrument zur Darstellung subjektiver Vorgangsmodelle aus dem Ansatz ergeben, sind zum einen die Notwendigkeit, die Arbeitsrolle der einzelnen zu visualisieren und sowohl eine individuelle als auch eine gruppenweise Bearbeitung von Vorgängen zu ermöglichen. Damit können sowohl die einzelnen als auch die gruppenspezifischen Bedürfnisse abgebildet werden. Zum anderen müssen Bedingungen und Betriebsmittel modellierbar sein, um die technologischen und räumlichen Bedingungen, die durch die Aufgabenträger erlebt werden, darstellbar zu machen.

Auch die Trennung zwischen Primär- und Sekundäraufgabe öffnet den Blick für die Analyse von Tätigkeiten. Bei der reinen Betrachtung und Analyse des Produktionsprozesses werden Tätigkeiten, die der Systemerhaltung und Regulation dienen, gerne übersehen. Diese können aber wiederum einen Einfluß auf die Mensch- Maschine- Schnittstelle haben. IVA muß also eine Struktur haben, die auch zur Abbildung von Sekundäraufgaben ermuntert.

4.3 Arbeitsanalyse zur Arbeitsgestaltung

In diesem Kapitel soll es darum gehen zu klären, welches die herkömmlichen Instrumente der Arbeitsanalyse sind, und auf welche Weise sie für die Gestaltung von Arbeit genutzt werden können. Es wird sich zeigen, daß die speziellen Anforderungen von computerunterstützten Tätigkeiten eine Lücke offen lassen, die durch ein hilfreiches Werkzeug geschlossen werden kann.

Generell kann die Analyse von Arbeit an verschiedenen Ebenen des Produktionsprozesses ansetzen (vgl. Abb. 23). Nach Matern (1983) zerteilt sich ein Produktionsprozeß in unterschiedliche Aufträge, die an verschiedene Gruppen oder Personen vergeben werden. Die Personen, die diese Aufträge bearbeiten, formulieren sie subjektiv zur eigenen Aufgabe um (vgl. Ulich, 1994). Diese Aufgabe enthält nun mehr oder weniger Arbeitsschritte, die mit Hilfe von Software durchgeführt werden (relevant für die Analyse) oder die günstiger computerunterstützt ablaufen könnten (relevant für die Gestaltung).

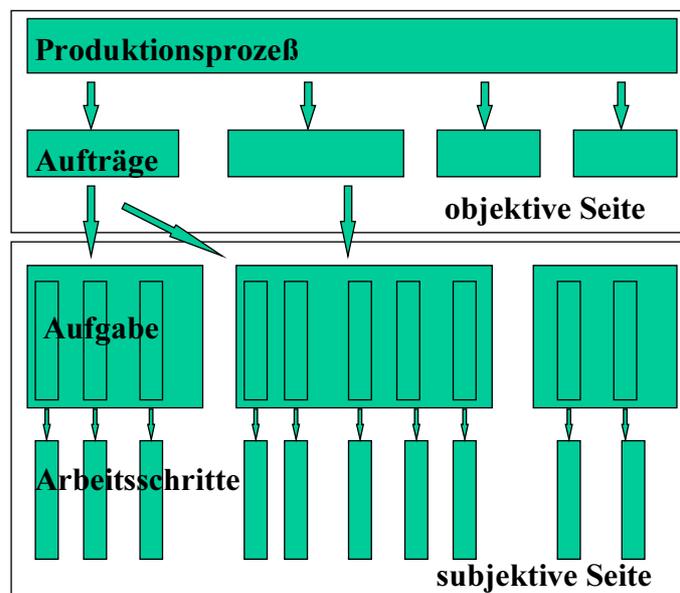


Abbildung 23: Analyseebenen psychologischer Arbeitsuntersuchungen (nach Matern 1983)

Die verschiedenen Arbeitsanalysemethoden lassen sich nun nach den Ebenen des Produktionsprozesses ordnen. So umfaßt die psychologische, objektive Arbeitsanalyse die Beschreibung und Bewertung des Produktionsprozesses und der Aufträge auf das Erleben und Verhalten der Beschäftigten. Die subjektive Arbeitsanalyse beschäftigt sich mit den Auswirkungen der Aufgabe. Diese Art der Arbeitsanalyse bezieht sich also auf der subjektiven Sichtweise der Beschäftigten auf ihre Arbeit und beinhaltet deshalb vor allem Befragungsmethoden (Fragebögen/Interviews).

Alle beschriebenen Verfahren haben gemeinsam, daß sie sowohl versuchen, die Arbeit nach verschiedenen Dimensionen zu beschreiben, als auch zu normativ zu bewerten, und damit der Arbeitsgestaltung eine Richtung zu geben. Damit wird jedoch implizit unterstellt, es gäbe eine perfekte Art zu arbeiten („one best way“; Taylor, 1911), die man erreichen kann (oder nicht), und damit eine optimale Software, die diese Arbeit unterstützt.

„Diese ‚Entweder/Oder‘- Mentalität wurde von dem falschen Glauben genährt, daß es für jede Situation eine universelle ‚beste‘ Lösung gäbe; leider ist dieser Ansatz falsch, weil die Men-

schen unterschiedlich sind, Situationen sich ändern und die Beweggründe für eine bestimmte Handlung durchaus von den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten beeinflusst werden können. Es gibt keine perfekte Benutzeroberfläche.“ (Negroponte, 1995, S. 121.) Diese Aussage läßt sich auch auf die Funktionalität von Software erweitern, die jeder Oberfläche zugrunde liegt.

Statt sich auf die Suche nach einer perfekten Auftragsbearbeitung zu machen, muß für die Analyse und Gestaltung von Arbeit mit Computern die Berücksichtigung von Handlungsspielräumen eine große Rolle spielen. Damit wird den einzelnen Benutzern und Benutzergruppen die Möglichkeit gegeben, ihre Aufgabe auf ihre spezielle Weise mit Hilfe der Software erledigen zu können.

4.3.1 Psychologische Arbeitsanalyseverfahren

Psychologische Arbeitsanalyseverfahren unterscheiden sich von den Analyseverfahren der Informatik in vielen Aspekten. Ist das Ziel der Analyse in der Softwareentwicklung die Spezifikation und Bewertung des Anwendungsgebiets (Stahlknecht, 1995, S. 238), besteht das Ziel der psychologischen Arbeitsanalyse darin, die Auswirkungen der Arbeit auf den Menschen zu beschreiben und zu analysieren. Dabei kommt die zweifelsfreie Festschreibung oder Spezifikation der Arbeitsabläufe oft zu kurz.

Eine ausführlichen Darstellung von psychologischen Arbeitsanalyseverfahren bietet Ulich (1992, S. 55-135), spezielle Aspekte der Arbeitsanalyse in der Softwareentwicklung werden bei Beck (1993) diskutiert. Im folgenden werden ausgewählte Verfahren angesprochen sowie die darin enthaltenen gewählten Methoden, Handlungsspielräume und Gestaltungsempfehlungen.

4.3.1.1 Methoden zur Arbeitsanalyse

Die Analyse von Arbeiten mit Software ist aus arbeitspsychologischer Perspektive nicht unproblematisch, da die Instrumente der Arbeitsanalyse vor allem zur Untersuchung von manuellen Tätigkeiten entwickelt wurden. Bei computerunterstützten Tätigkeiten handelt es sich aber vornehmlich um Arbeit mit einem großen Anteil an geistiger Arbeit, die schwierig zu beobachten ist. Im bisherigen Teil der Arbeit konnte aufgezeigt werden, daß subjektive Vorgangsmodelle für die objektorientierte Softwareentwicklung hilfreich sein können, und welche Elemente modelliert werden sollten. Es muß noch geklärt werden, auf welche Weise diese Denkmodelle erhoben werden können.

Um Denkvorgängen bei Arbeitstätigkeiten mit geringen beobachtbaren Anteilen erheben zu können, schlägt Hacker (1998, S.578 f.) folgende Verfahren vor:

- Analyse des Arbeitsauftrags
- Beobachtung, gekoppelt mit lautem Denken
- Nachträgliche Befragung der Beschäftigten

- Analyse der Tätigkeitsergebnisse im Vergleich mit optimalen Ergebnissen
- Feldexperimentelle Untersuchungsmethoden, z.B. durch Informationsentzug, Informationsmodifikation, Informationseinspeisung
- Differentialpsychologische Analyse unterschiedlicher Beschäftigtengruppen
- Kombination der Verfahren zu einem Methodensystem.

Faßt man die Erhebung der subjektiven Vorgangsmodelle als Wissensdiagnostik auf, so können folgende Methoden zur Arbeitsanalyse herangezogen werden (Mangold-Allwinn, Antoni, König & Eisenecker, 1993):

- Unstrukturierte Befragung
- Kontrollierte Beobachtung des Aufgabenträgers, z.B. mittels Videoaufzeichnung, oder das Protokoll des Bearbeitungsablaufs in einer Datei
- Fragebogen
- Strukturiertes Interview
- Strukturlegetechnik

Faßt man statt dessen die Erhebung der subjektiven Vorgangsmodelle als Überprüfung der Nützlichkeit von Programmen auf, können auch Techniken aus der Usabilityforschung in die Arbeitsanalyse mit einbezogen werden. Unter diesen nennen Whiteside, Bennett und Holzblatt (1988): Benchmarking, Überwachung der Probanden während des freien Gebrauchs der Software, Beobachtung der Benutzer während der Auftrags erledigung, Fragebogen, Interview und Critical Incident Technique. Tabelle 1 stellt die verschiedenen Methoden der Erhebung einander gegenüber.

Hacker, 1998	Mangold-Allwinn, Antoni, König, und Eisenecker, 1993	Whiteside, Bennett und Holzblatt, 1988
Analyse des Arbeitsauftrags		
Beobachtung, gekoppelt mit lautem Denken	Kontrollierte Beobachtung des Aufgabenträgers z.B. mittels Videoaufzeichnung oder Log-File	Überwachung während des freien Gebrauchs des Systems Aufzeichnung des Benutzerverhaltens
Nachträgliche Befragung der Beschäftigten	Unstrukturierte Befragung Strukturiertes Interview Fragebogen	Interview Fragebogen
Analyse der Tätigkeitsergebnisse im Vergleich mit optimalen Ergebnissen		Benchmarking
Feldexperimentelle Untersuchungsmethoden		
Differentialpsychologische Analyse unterschiedlicher Beschäftigtengruppen		
	Strukturlegetechnik	
		Critical Incident Technique
Kombination der Verfahren zu einem Methodensystem		

Tabelle 1: Vergleich verschiedener Methodensysteme zur Ermittlung von computergestützter Arbeit

Für die Konstruktion von einem Verfahren, das flächendeckend eingesetzt werden soll (vgl. Kap. 3.5), um subjektive Vorgangsmodelle zu erheben, sind die Aspekte der Ökonomie des Verfahrens und der Visualisierbarkeit entscheidend. Gleichzeitig soll das Instrument flexibel einsetzbar sein. Deshalb kam für die Autoren des in dieser Arbeit zu überprüfenden Instruments nur eine Kombination aus Strukturlegetechnik und strukturiertem Interview in Frage (Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold 1995; vgl. Kap. 5).

4.3.1.2 Instrumente der psychologischen Arbeitsanalyse

Im folgenden sollen verschiedene Instrumente der psychologischen Arbeitsanalyse kurz auf ihre Tauglichkeit für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung betrachtet werden. Zuerst sollen gängige Verfahren für die Analyse objektiver Arbeit, dann jene für die subjektive Seite der Arbeit und schließlich zwei umfassende Verfahren analysiert werden. Einen Überblick über Verfahren der psychologischen Arbeitsanalyse bei computergestützten Aufgaben bietet Beck (1993).

4.3.1.2.1 Objektive Arbeitsanalyseverfahren

Objektive Arbeitsanalyseverfahren beschäftigen sich mit den Auswirkungen der Produktionsbedingungen und der Aufträge auf die Beschäftigten (siehe oben). Beispielhaft sollen drei handlungstheoretisch orientierte Verfahren aufgezeigt werden, die auf unterschiedliche Weise zur Objektorientierung passen könnten.

Grundgedanke der Auftrags- und Bedingungsanalyse (Hacker & Matern, 1980) ist es, die Arbeitsaufträge und die Erfüllungsbedingungen schrittweise vertiefend zu analysieren. Die Analogie mit der Objektorientierung besteht hier im iterativen Vorgehen. Der theoretische Hintergrund des Verfahrens ist die Handlungsregulationstheorie.

Der Produktionsprozeß wird in Aufträge zergliedert, die Mensch- Maschine- Arbeitsteilung identifiziert. Dann werden die Eingriffsmöglichkeiten der Beschäftigten erfaßt. Schließlich wird die arbeitsbedingte Kooperation und Kommunikation untersucht. Daraufhin wird die Grobstruktur der Arbeitsaufträge beschrieben, die objektiven Freiheitsgrade bei der Auftragsbewältigung untersucht, sowie die Häufigkeiten der Aufträge erfragt.

Das Verfahren wurde für industrielle Arbeiten entwickelt und läßt sich nur bedingt für variable oder unstandardisierte Tätigkeiten einsetzen. Auch lassen die Autoren offen, auf welche Weise die einzelnen Angaben erhoben werden. Die Auftrags- und Bedingungsanalyse stellt den Spezialisten also vor das gleiche Problem, wie in der objektorientierten Analyse auch, daß das Ziel klar wird, jedoch nicht der Weg dahin erleichtert wird.

Beim TBS-GA (Rudolph, Schönfelder & Hacker, 1988) werden Tätigkeiten in Bezug auf ihre Persönlichkeitsförderlichkeit untersucht. Der Zusammenhang zur objektorientierten Analyse ist dadurch gegeben, daß der TBS-GA speziell für die Analyse geistiger Arbeit konstruiert wurde.

Dieses kann bezüglich der ganzen oder aber der Teiltätigkeiten geschehen und umfaßt Einschätzungen über organisatorische und technische Bedingungen, Kommunikations- und Kooperationserfordernisse, Verantwortung, erforderliche kognitive Leistungen und Qualifikations- und Lernerfordernisse. Der TBS-GA ist eine Weiterentwicklung des Tätigkeits- Bewertungs- Systems (Hacker, Iwanowa & Richter, 1983). Die Einschätzung erfolgt auf 60 Skalen und läßt eine sofortige Prognose über die Auswirkungen auf den Beschäftigten bzgl. der einzelnen Ordinalskalen zu, sowie darüber, welche Ausprägung der Arbeit für den Auftragnehmer von Vorteil wäre.

Leider fehlen standardisierte Hilfsmittel, die Inhalte der Tätigkeiten und Teiltätigkeiten zu erfassen. Auch ist der Anteil des TBS-GA, der sich speziell mit Interaktion mit dem Computer beschäftigt, wenig differenziert.

Das VERA/RHIA- Büro Verfahren (Leitner, Lüders, Greiner, Ducki, Niedermeier & Volpert, 1993) analysiert die Regulationsanforderungen und -hindernisse bei Bürotätigkeiten. Damit ist es von den drei vorgestellten objektiven Analyseverfahren dasjenige, das speziell für das Umfeld geschaffen wurde, in dem elektronische Datenverarbeitung/Software üblicherweise eingesetzt wird.

Das VERA- Verfahren funktioniert so, daß zum einen die Regulationserfordernisse erfaßt und auf einer hierarchischen zehnstufigen Skala bewertet werden. Dazu werden Gestaltungsempfehlungen gegeben, wie die nächsthöhere Stufe zu erreichen ist. Beim RHIA- Verfahren werden Regulationshindernisse und Regulationsüberforderungen abgeprüft. Für beide Verfahren wird die Geübtheit der Aufgabenträger und der Grad der Zeitbindung überprüft sowie die Auftragsdurchführung beobachtet und beschrieben. Streng genommen analysiert VERA/RHIA so die Aufgabe und nicht den Auftrag. Für die Beobachtung und Beschreibung werden dem Analysierenden keine Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Dafür werden explizite Analyse- und Gestaltungsvorschläge gegeben.

Zusammenfassend zeichnen sich alle drei hier vorgestellten Verfahren dadurch aus, daß sie zwar einen Aspekte der Objektorientierung abdecken, jedoch für die Problemstellung des Softwareingenieurs ungeeignet sind. Insbesondere gibt keines der Verfahren eine Hilfestellung, auf welche Weise der Auftrag nun zu erheben und zu beschreiben ist. Statt dessen geben aber alle beschriebenen Verfahren Hinweise, an welcher Stelle die Aufträge zu optimieren sind.

4.3.1.2.2 Subjektive Arbeitsanalyseverfahren

Subjektive Arbeitsanalyseverfahren dienen der Analyse der Aufgabe. Um die Perspektive der Mitarbeiter standardisiert erfassen und zu bewerten zu können, sind besonders Fragebögen verbreitet. An dieser Stelle sollen beispielhaft einige Fragebögen angesprochen werden, um die Eignung für die Objektorientierung zu untersuchen. Zusätzlich soll auch die Heidelberger Strukturlegetechnik als Mittel der subjektiven Arbeitsanalyse betrachtet werden.

4.3.1.2.2.1 Fragebögen

Für die Erhebung der subjektiven Sichtweise der Mitarbeiter auf ihre Arbeit steht eine große Anzahl verschiedenster Fragebögen zur Verfügung (vgl. Ulich, 1992). In diesen Instrumenten werden die Aufgabenträger gebeten, ihre Einschätzung ihrer Aufgabe und des Aufgabenumfeldes bezüglich verschiedener Dimensionen abzugeben.

Den verschiedenen Verfahren ist gemeinsam, daß sie spezifische Aspekte des Erlebens der Aufgabenträger abprüfen. Diese Aspekte werden auf einzelne Dimensionen heruntergebrochen, für die im Instrument Skalen bereit stehen, die mit einer überschaubaren Anzahl von Items gemessen werden.

Es lassen sich zwei Arten von Fragebögen unterscheiden. So gibt es jene Instrumente, die ein geschlossenes Konstrukt oder Konstruktgebäude untersuchen. Zu diesen gehört beispielsweise der Fragebogen zur Subjektiven Arbeits- Analyse (SAA; Udris & Alioth, 1980) oder das Job Diagnostic Survey (JDS; Hackman & Oldham, 1975). Die andere Art der Instrumente ist modular aufgebaut, um für unterschiedliche Befragungsziele oder -umgebungen die angemessenen Skalen bereitzustellen, ohne daß es nötig wird, den vollen Umfang des Instruments einzusetzen. Zu diesen Fragebögen gehören beispielsweise das Tätigkeits- Analyse- Inventar (TAI; Frieling, Kannheiser, Facaoaru, Wöcherl & Dürholt, 1984), das Mannheimer- Organisations- Diagnose- Instrument (MODI; Bungard & Trost, 1998) und der Fragebogen zur Arbeitszufriedenheit (FAZ, Antoni, 1998).

Für den Einsatz für die objektorientierte Analyse sind Fragebögen als psychologische Analyseinstrumente weitgehend ungeeignet. Zum einen sind die Fragebögen zum überwiegenden Teil für den Einsatz in der industriellen Fertigung konzipiert, der Anteil, der sich mit Auswirkungen von Bürotätigkeiten, geistiger oder Computerarbeit befaßt, ist sehr gering. Zum anderen beschreiben die Fragebögen die subjektiv empfundenen Auswirkungen der Arbeit, nicht jedoch die Ausführung der Tätigkeit selbst. Der Softwareentwickler gewinnt also kein Bild über den Arbeitsablauf durch den Einsatz des Fragebogens, sondern über die Stimmung der Befragten. An dieser Stelle liegt allerdings der potentielle Nutzen von psychologischen Arbeitsanalysefragebögen. Die Skalen geben nämlich wichtige Aspekte der Auswirkungen der Gestaltung der Mensch- Maschine- Interaktion wieder und können somit im Nachhinein Antworten auf die Qualität der Software geben.

4.3.1.2.2.2 Heidelberger Strukturlegetechnik

Eine Methode der Erhebung von Aufgabenmodellen aus der Kognitionspsychologie ist die Strukturlegetechnik, bei der Elemente einer Aufgabe durch den Befragten zu einem Strukturmodell der Aufgabe kombiniert werden.

Gegenstand der Beschreibung der Strukturlegetechnik sind „subjektive Theorien als die höchstkomplexe und strukturierteste Form von Reflexionen des Handelnden über eigenes

Handeln bzw. fremdes Handeln" (Scheele & Groeben, 1988, S. 18). Ziel der Strukturlegetechnik ist es, ein beschreibendes Satzsystem der subjektiven Theorien des Befragten zu rekonstruieren. Subjektive Theorien sind explizite und bewußte Kognitionen zu bestimmten Themen. Dabei läßt sich zum einen der Inhalt und zum anderen die Struktur der subjektiven Theorie unterscheiden. Dementsprechend muß die Strukturlegetechnik dem Befragten eine ausreichende Anzahl von Begriffen und Konstruktionsregeln zur Verfügung stellen, wie diese Begriffe sinnvoll miteinander verknüpft werden können. Um subjektive Theorien sinnvoll darstellen zu können, müssen sowohl Inhalts- als auch Struktur Aspekte der Theorie durch den Befragten selbst erstellt werden (vgl. Rheinberg & Elke, 1979).

Aus diesen Anforderungen leiten sich die Merkmale der Strukturlegetechnik ab. Zum einen verfügt die Strukturlegetechnik über einen gewissen Wortschatz, also über eine Menge unterschiedlicher Symbole, die unterschiedliche Aspekte der Umwelt des Befragten abbilden. Es ist allerdings wenig sinnvoll jedem eigenen Aspekt oder Gegenstand ein einzelnes Symbol zuzuordnen. Vielmehr gibt es nur eine geringe Anzahl von Symbolen, die Gruppen von Objekten repräsentieren. Die Symbole liegen in Form von Karten vor, auf denen die spezifischen Inhalte durch den Interviewten notiert, und die in ihrer Anordnung bis zum Ende der Untersuchung verändert werden können. Zum anderen muß es eine Reihe von Regeln geben, in welcher Form die Symbole angeordnet werden können. Auf diese Weise strukturiert der Befragte die Symbole zu Symbolgruppen, die Inhalte zu einer Struktur seiner subjektiven Theorie.

Schließlich muß es eine bestimmte Art der Verständigung über die Güte des Modells und die Bewertung des Modells selbst erfolgen. Dieses geschieht zwischen Interviewer und Befragten gemeinsam in einem Prozeß der konsensualen Validierung.

Versteht man die Strukturlegetechnik als Abbildung subjektiver Theorien, stellt sich die Frage, wie diese Bilder auf ihre Gültigkeit überprüft werden können.

Unterstellt man, daß sich die Gültigkeit einer subjektiven Theorie des Handelns nicht alleine dadurch fassen läßt, daß derjenige, der sie verfolgt, sie für gültig hält, ergeben sich zwei Perspektiven, aus denen das Handeln betrachtet werden kann (vgl. Scheele & Groeben, 1988). Es muß zwischen den Gründe aus der Innensicht des Handelnden über sein Handeln einerseits und den Ursachen der Handlung aus der Außensicht des Beobachters andererseits unterschieden werden. Nach Groeben und Scheele (1988) muß eine Überprüfung von subjektiven Theorien in zwei Phasen zeitlich hintereinander erfolgen, wobei die letzte Phase der vorausgehenden Phase übergeordnet ist (vgl. Abb. 24). Die Intention der Validierung ist es, die Gründe, Intentionen und Ziele des Handelnden an den Ursachen und Wirkungen des Handelns zu überprüfen. Ergebnis soll eine möglichst hohe Übereinstimmung beider Perspektiven sein. Scheele und Groeben verwenden für beide Phasen, die ineinandergreifen, die Begriffe der kommunikativen und der explanativen Validierung.

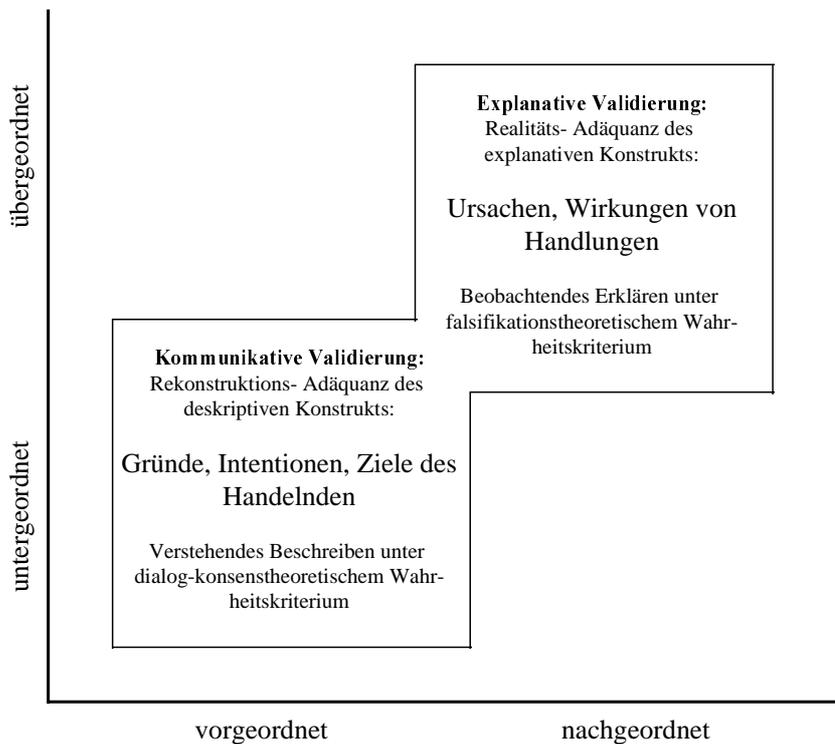


Abbildung 24: Zwei Phasen Modell der Forschungsstruktur zur Verbindung von Innensicht und Außensicht (Groeben 1986, S. 326)

4.3.1.3 Ganzheitliche Ansätze

Zu den ganzheitlichen Ansätzen, also jenen, die sowohl die subjektive als auch die objektive Perspektive auf Arbeit untersuchen, sollen zwei Vorgehen vorgestellt werden, die aufeinander aufbauen.

Die soziotechnische Systemanalyse (Emery, 1967) ist ein Verfahren, das direkt aus dem soziotechnischen Systemansatz abgeleitet ist (vgl. Kap. 4.2).

Sie erfolgt schrittweise von der Grobanalyse zur Feinanalyse. Sie umfaßt die folgenden Schritte: Grobanalyse des Produktionssystems in seiner Umwelt, Beschreibung des Produktionsprozesses nach Input – Transformation – Output, Ermittlung der Hauptschwankungen im Produktionsprozeß, Analyse des sozialen Systems einschließlich der Bedürfnisse der Mitarbeiter, Analyse der Rollenwahrnehmung der Mitarbeiter, Analyse des Einflusses „externer Systeme“ auf die Produktion (Instandhaltung, Zuliefer- und Abnehmersystem, Umweltsystem), und Erarbeitung von Gestaltungsvorschlägen. Die Analyse der Aufgaben erfolgt hierbei schwerpunktmäßig im Schritt: „Analyse der Rollenwahrnehmungen“.

Das Vorgehen ist iterativ, also von daher zur Objektorientierung kompatibel. Leider fehlen die konkreten Instrumente, die in den einzelnen Schritten herangezogen werden können.

Der MTO- Ansatz (Strohm & Ulich, 1997) ist in mehrfacher Hinsicht eine Erweiterung der soziotechnischen Systemanalyse. Zuerst trennen die Autoren die soziale Seite des Systems in

Organisation und Individuum auf (vgl. Abb. 25). Dann stellen sie die Arbeitsaufgabe in den Mittelpunkt des Interesses und bleiben nicht, wie die soziotechnische Systemanalyse, weitgehend den Arbeitsaufträgen verhaftet. Schließlich bietet das Verfahren nicht nur die Beschreibung, sondern auch die Bewertung des Systems und gibt für die einzelnen Schritte, die auch hier zur Iteration geordnet sind, die gebräuchliche Methodik an.

Es ist bei der Durchführung des Verfahrens explizit vorgesehen, daß objektive oder subjektive Arbeitsanalyseverfahren, wie z.B. der TBS, VERA/RHIA oder der SAA, an passenden Stellen zum Einsatz kommen können.

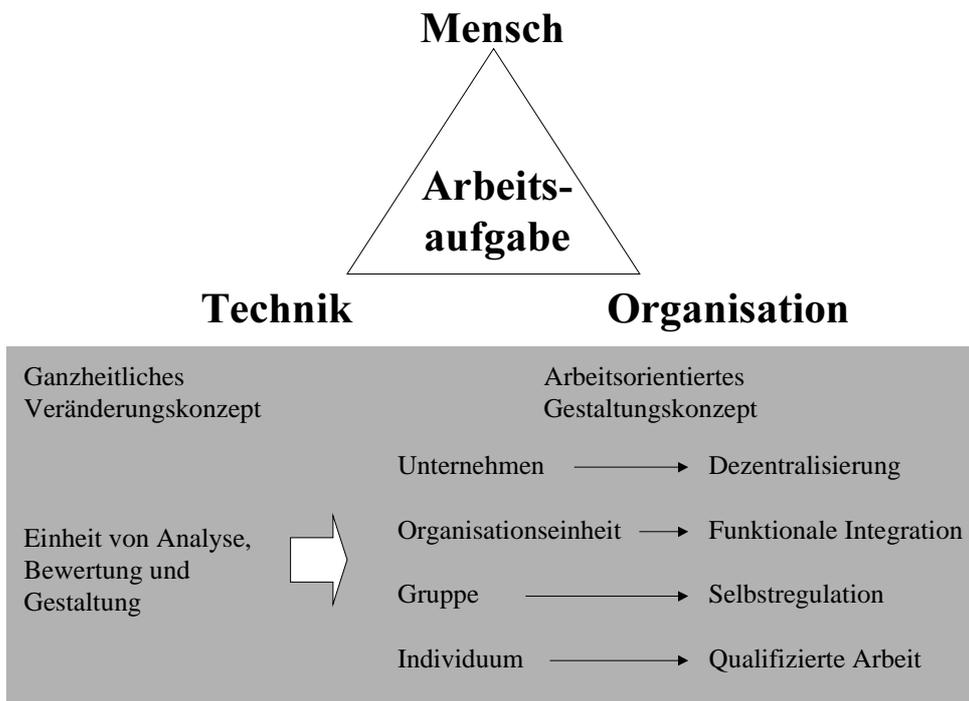


Abbildung 25: MTO Analyse (Strohm & Ulich, 1997, S. 12)

Auf diese Weise stellt die MTO- Analyse ein umfassendes Paradigma zur iterativen Erfassung und Bewertung von Auftrag und Aufgabe dar. Es beinhaltet allerdings weiter die Mängel, die sich schon bei der Betrachtung der objektiven Arbeitsanalysemethoden gezeigt haben, nämlich, daß weder eine geeignete Beschreibungssprache für die Arbeit existiert, noch eine standardisierte Methode, wie diese Arbeit zu ermitteln ist. Dieses fällt bei der MTO- Analyse besonders ins Gewicht, weil es zu den gesuchten Aufgaben, im Gegensatz zu manchen Aufträgen, bisher keine Beschreibungen gibt.

4.3.2 Arbeitsgestaltung

Entwickelt man für betriebliche Abläufe eine neue Software, so betreibt man dabei auch immer Arbeitsgestaltung (Hamborg & Schweppenhäußer, 1991). Dieser Umstand ist den Beteiligten oft nicht bewußt, und so werden die Chancen für die Ausgestaltung der Arbeitsbedin-

gungen vertan. Bei der Gestaltung der Arbeit soll hier in Anlehnung an Ulich (1994, S. 143) zwischen korrekativer, präventiver und prospektiver Arbeitsgestaltung unterschieden werden.

Korrektive Gestaltung steht für die Korrektur erkannter Mängel in der Arbeit, präventive für die „vorwegnehmende Vermeidung gesundheitlicher Schädigungen und Beeinträchtigungen“ (Ulich, 1994, S. 144). Prospektive Arbeitsgestaltung geht noch einen Schritt weiter, indem Möglichkeiten für den Arbeitenden geschaffen werden sollen, durch die Arbeit seine Persönlichkeit zu entwickeln. Explizit wird die letztere Form der Arbeitsgestaltung jedoch ausschließlich im Rahmen der Handlungsregulationstheorie angestrebt.

In der herkömmlichen, wie in der objektorientierten Softwareentwicklung kam bisher vor allem korrektive Gestaltung vor. Dort wurde versucht, Mängel, die der Arbeitsablauf aufwies, zu beheben. Für präventive Arbeitsgestaltung fehlte bisher oft das Know-how der Entwickler, obwohl die Anforderungen dafür bereits in Ansätzen in der DIN 66234 zur ergonomischen Dialoggestaltung (z.B. Aufgabenangemessenheit, Erwartungskonformität; DIN 66234 Teil 8, S.1) oder in der ISO 13407 vorliegen. Daß ein Softwareprodukt die Persönlichkeit des Benutzers fördern sollte, wurde bisher vor allem unfreiwillig durch die Fehlerhaftigkeit des Produkts implementiert, was bisher Generationen von Benutzern schmerzhaft zum Dazulernen gebracht hat.

Betrachtet man die Gestaltungsziele, die z.B. im Requirements Engineering formuliert werden (vgl. Patsch, 1991), wird der Mangel an präventiver und prospektiver Perspektive sichtbar: Der Benutzer soll mit dem Werkzeug die Aufgabe lösen können (Effektivität); keine unnötige Zeit verschwenden (Effizienz); sich nicht als Sklave der Technik fühlen (Zufriedenstellung). Durch diese Forderungen werden weder Schädigungen vermieden, noch die Persönlichkeiten der Softwarebenutzer gefördert. Allerdings könnten die Tätigkeiten der Benutzer leicht präventiv und prospektiv verändert werden, wenn sich der Ansatz der parallelen Gestaltung der Arbeit (vgl. Kap. 2.2.4) in der objektorientierten Softwareentwicklung durchsetzen würde.

Hierzu müssen die Gestaltungsziele der vorgestellten psychologischen Verfahren und die Implikationen für ein Instrument zur Abbildung subjektiver Vorgangsmodelle betrachtet werden:

Die Gestaltungsziele für soziotechnisch orientierte Analyseverfahren bestehen in der synchronen Optimierung des sozialen und des technischen Teilsystems. Ziele der Optimierung sind (Ulich, 1994):

- Relativ unabhängige Organisationseinheiten
- Aufgabenzusammenhang innerhalb der Organisationseinheit
- Einheit von Produkt und Organisation

Handlungstheoretisch orientierte Verfahren streben als Gestaltungsziel allgemein die Schaffung von Autonomie, Variabilität und Flexibilität (Rautenberg, 1990) an. Während es das Gestaltungsziel des TBS ist, hierarchisch und sequentiell vollständige Tätigkeiten zu schaffen (vgl. Abb. 26), liegt der Fokus des VERA/RHIA Büro- Verfahrens darauf, die Regulationsanforderungen der Arbeit zu erhöhen und Regulationshemmnisse abzubauen. Der MTO- Ansatz

zielt auf das Schaffen von qualifizierter Arbeit auf der Ebene des Mitarbeiters, auf Gruppenebene wird die Ermöglichung von Selbstregulation durch die Gruppe angestrebt, für die Organisationseinheit ist die Integration von Funktionen das Ziel, und auf Ebene des Unternehmens wird Dezentralisierung als Ziel gesetzt.

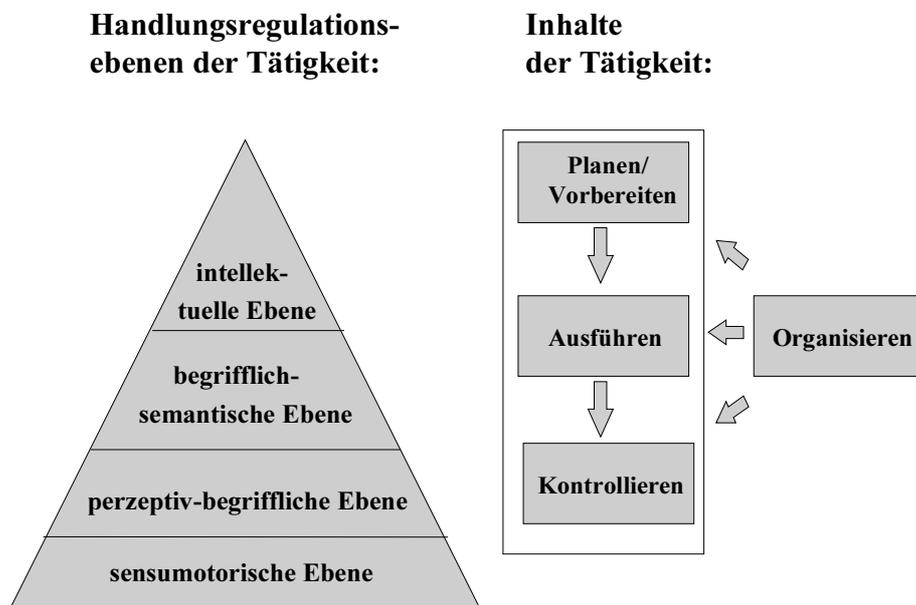


Abbildung 26: Hierarchisch und sequentiell/zyklische Vollständigkeit der Tätigkeit

Bei den subjektiven Arbeitsanalyseverfahren ist das Gestaltungsziel schwieriger zu benennen. Da alle Verfahren über eine Skalierung verfügen, ist allen auf der Oberfläche gemein (wie dem TBS und VERA auch), daß das Ziel der Gestaltung die Verbesserung der Werte sein muß. Damit wird aber auch klar, daß Verfahren der subjektiven Arbeitsanalyse vor allem der korrektiven Arbeitsgestaltung verpflichtet sind, also vor allem dem Aufspüren von Mißständen dienen. Als solche sind „*Screeningverfahren*“ wie der SAA sicher für den Vergleich von Organisationen und Organisationseinheiten interessant, während modulare Verfahren eher spezielle Probleme auffinden können.

Verfahren wie die Heidelberger Strukturlegetechnik dienen nur der Beschreibung von Sachverhalten, hier von Aufgaben, und haben als solche kein Ziel für die Gestaltung von Arbeit. Andererseits können sie jedoch arbeitsgestaltend wirken, da sie in der Interaktion mit dem Interviewer die Sichtweise des Aufgabenträgers um die Modellsicht erweitern. Implizit beinhaltet also die Durchführung von Strukturlegetechniken eine prospektive Arbeitsgestaltung.

Aus den hier referierten Gestaltungszielen ergeben sich für die Abbildung subjektiver Vorgangsmodelle mehrere Konsequenzen. Zum einen kommen Ansätze der präventiven und prospektiven Arbeitsgestaltung zu kurz. Sie müssen integrativer Bestandteil des Verfahrens sein. Zum anderen gibt es eine ganze Menge verschiedener Zielsysteme, denen Arbeitsgestaltung genügen könnte. Im letzten Kapitel konnte gezeigt werden, daß die Aufgabe eines solchen

Instruments darin besteht, die Arbeit zu beschreiben, nicht zu bewerten. Analog dazu muß es also auch das Ansinnen eines Verfahrens zur Beschreibung subjektiver Vorgangsmodelle sein, die Gestaltung möglich zu machen, statt Gestaltungsziele zu setzen. Andererseits ist prospektive Arbeitsgestaltung nur auf Basis der Handlungstheorie möglich. Hier kann die geforderte Prospektivität des Verfahrens durch die Wahl der richtigen Erhebungsmethode gefördert werden. Durch die Auswahl der Strukturlegetechnik als Methode wird in der Erhebungssituation die Persönlichkeit der Interviewten gefördert.

4.4 Beteiligung ermöglichen

In den vorausgegangenen Kapiteln ist wiederholt angeklungen, daß die Gestaltung der Arbeit die Einbeziehung der Mitarbeiter unumgänglich macht. Es wurde festgestellt, daß Softwareentwicklung Arbeit gestaltet und die Objektorientierung die Chance bietet, die Arbeitsgestaltung in Form eine Business Reengineering Prozesses in die Softwareproduktion zu integrieren (vgl. Kap. 2). In diesem Kapitel sollen die arbeitspsychologischen Aspekte dieser Thesen genauer beleuchtet werden.

In der Softwareentwicklung sind die Ingenieure auf die Mitwirkung der Benutzer angewiesen. Benutzer können aus verständlichen Gründen den Softwareentwicklern Auskünfte über ihre Arbeit verweigern (vgl. Kap. 3.1.1). Tatsächlich sind in der objektorientierten Softwareentwicklung die Entwickler noch mehr auf die Beteiligung der Benutzer angewiesen, schon allein, weil sie durch die Iteration einen längeren Prozeß durchlaufen. Auch für die Gestaltung der Arbeit ist es nötig, die Mitarbeiter mit einzubeziehen, da die Akzeptanz der Entscheidungen und die Leistungsbereitschaft erhöht werden (Alioth & Ulich, 1981; vgl. Frei, Duell & Baitsch, 1984). Die prospektive Arbeitsgestaltung setzt die Beteiligung der Mitarbeiter ebenfalls voraus (Ulich, 1994).

Grundvoraussetzungen für das Entstehen von Beteiligung sind (Mambrey, Opperman & Tepper, 1986):

- eine objektiv bestehende Betroffenheit,
- die Verfügbarkeit von Ressourcen und
- die subjektive Wahrnehmung und Einschätzung der Notwendigkeit und der Erfolgsaussichten von Beteiligungsaktivität bei den betroffenen Personen.

Das bedeutet, daß der Softwareentwickler nur diejenigen Mitarbeiter mit einbeziehen kann, die nachher auch die Benutzer des Systems sein werden, bzw. diejenigen, deren Arbeit sich durch das System stark verändern wird. Diese theoretische Überlegung deckt sich mit den Erfahrungen von Problemen während des Requirements Engineering (vgl. Partsch, 1991, S. 43). Außerdem müssen die nötigen Ressourcen für die Einbindung der Mitarbeiter zur Verfügung stehen. Um die Wahrscheinlichkeit der Mittelbereitstellung zu erhöhen, müßten die benötigten Mittel möglichst gering sein. Da die Beteiligung zwischen Mitarbeitern und Softwareentwicklern stattfindet, ist die Arbeitszeit eine knappe, weil teure Ressource. Ein strukturierte

rendes und zeitsparendes Beteiligungsinstrument kann hier die Ressourcenverfügbarkeit verbessern. Schließlich müssen die Mitarbeiter selbst es als notwendig/sinnhaft einschätzen, daß sie einbezogen werden. Die Iteration der Objektorientierung kann dabei zu einem hilfreichen Mittel werden, wenn die Mitarbeiter im wiederholten Kontakt merken, daß die bisherigen Arbeitsergebnisse zur Grundlage der weiteren Gestaltung von Software und Arbeitsabläufen werden. Voraussetzung ist allerdings, daß die Entwicklung sichtbar wird, also die Veränderungen nachvollziehbar visualisiert werden.

Für die Gestaltung von Beteiligung gibt es bis dato noch wenig einheitliche Befunde. Es scheint jedoch gesichert zu sein, daß direkte Beteiligung mehr geschätzt wird als indirekte, also Beteiligung durch ausgesuchte Vertreter. Auch wird die Leistungsbereitschaft und Akzeptanz von Entscheidungen durch Beteiligung erhöht (Rosenstiel, 1989). Promotoren, die sich im Prozeß für Beteiligung einsetzen, werden als hilfreich erlebt (Mambrey et. al. 1986). Diese Befunde sprechen ganz eindeutig für die Einbindung aller zukünftigen Benutzer in die Softwareentwicklung und für das iterative Vorgehen. Auch sprechen sie für die Erhebung der subjektiven Vorgangsmodelle, da dadurch eine Form der direkten Beteiligung stattfindet. Wichtig ist auch, daß der Softwareingenieur als Förderer der Beteiligung erlebt wird, dadurch, daß er den Kontakt mit dem Benutzer sucht und Erhebung der Modelle selbst durchführt.

Allerdings ist zu beachten, daß die Beteiligung der Benutzer dem Ziel unterworfen ist, eine optimale Passung zwischen Auftrag und Softwaretool einerseits und Aufgabe andererseits herzustellen. Systementwicklung unter der Beteiligung der Betroffenen sollte also darauf ausgerichtet sein, ein soziotechnisches System derart zu gestalten, daß:

- „die Anforderungen an die Funktionalität des Systems angemessen erfüllt werden,
- eine menschengerechte Benutzung des Systems möglich ist,
- Arbeitszufriedenheit und Akzeptanz gewährleistet werden“ (Koslowski, 1988, S. 62).

4.4.1 Gründe gegen eine computerisierte Anwendung eines Instruments zur Abbildung subjektiver Vorgangsmodelle

Mit dem Ziel, die Entwicklung und Einführung von Software zu unterstützen, liegt es nahe, ein Softwareprodukt zur Erhebung subjektiver Vorgangsmodelle anzubieten. Verschiedene Gründe haben die Autoren des Instruments für Vorgangsanalyse (IVA; vgl. Kap. 5) dazu bewegt, von diesem Vorhaben abzurücken und statt dessen ein Verfahren zu entwickeln, das herkömmlich mit Papier und Schreibutensil bearbeitet wird.

Ein Argument dafür, auf eine softwaregestützte Modellierung zu verzichten, steckt im Begriff des „*low fidelity prototyping*“ Prototypen (Hartman, Jewell, Scott & Thornton, 1994). Dieser wird als Paper- Pencil- Verfahren zur Beschleunigung, Kostenreduktion, Verkleinerung der Barrieren zwischen Softwareentwickler und Benutzer eingesetzt. Es handelt sich dabei um Skizzen von Oberflächen, die der Entwickler, oft im Beisein der Benutzer, entwirft, um wichtige Programmteile oder Oberflächen zu veranschaulichen. Analoge Vorteile können auch

gelten, wenn der Benutzer die Vorgänge skizziert, statt sie auf eine Oberfläche zu implementieren.

Die positiven Erfahrungen des „*low fidelity prototyping*“ können auf die Erhebung von subjektiven Vorgangsmodellen übertragen werden. Dabei sind die positiven Aspekte zu erwarten:

- Ein großer Vorteil der Strukturlegetechnik ist die freie und unmittelbare Manipulierbarkeit der Karten. Bei einem computergestützten Verfahren können Befragter und Interviewer nicht zur gleichen Zeit das Modell bearbeiten. Außerdem können Fehler in der Abbildung auftreten, weil der Befragte die Software nicht hinreichend kompetent benutzen kann.
- Die Gültigkeit der Abbildung des Modells des Befragten ist vom Prozeß der Verständigung zwischen Interviewer und Befragtem abhängig. Der Verständigungsprozeß zwischen den Interviewakteuren wird durch die zusätzliche Interaktion mit dem Computer kompliziert. Dadurch können speziell ungeübte Computerbenutzer bei der Befragung benachteiligt werden.
- Ein Verfahren, das nicht am Computer durchgeführt werden muß, ist flexibler einzusetzen. Es ist nicht abhängig von einem Ort oder einem Zeitraum, zu dem ein Rechner zur Verfügung steht. Änderungen im Vorgehen müssen nicht erst in das Verfahren hineinprogrammiert werden.
- Bei einer Abbildung des Modells im Computer ist beim Stand der Technik nur ein Ausschnitt zu sehen, nie aber das ganze Modell. Auf diese Weise erhält der Befragte (und der Interviewer) immer nur einen Ausschnitt, auf dem er die Karten lesen kann oder die ganze Struktur, ohne daß er Inhalte erkennt. Eine Technik, bei der man über quadratmetergroße Touchscreens verfügte, auf denen beide Beteiligte zusammen modellieren könnten, wäre ideal für die Durchführung von IVA, ist aber momentan noch nicht verfügbar.

4.5 Zusammenfassende Formulierung der Anforderungen aus der Arbeitspsychologie

Zusammenfassend lassen sich die Anforderungen, die sich an IVA aus arbeitspsychologischen Konzepten ergeben, wie folgt darstellen.

Die Instrumente der Arbeitsanalyse, sowohl der objektiven als auch der subjektiven, lassen Platz für ein Instrument, das die Arbeitsabläufe beschreibt.

Aus dem soziotechnischen Ansatz ergibt sich, daß die Arbeitsrolle der Mitarbeiter visualisiert werden, und daß die Bearbeitung, sowohl einzeln als auch in Gruppen möglich sein sollte. Dabei muß das Instrument dafür Sorge tragen, daß gerade die Aufgaben aus den sekundären Tätigkeiten nicht vergessen werden.

Die Beschreibung muß so geschehen können, daß ein inkrementelles iteratives Vorgehen möglich ist, d.h. der Vorgang muß auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation zu beschreiben sein. Elemente des Vorgangsmodells müssen der Ausgangszustand, die Trans-

formationen, also die Arbeitsschritte und die Endzustände, sein (Input, Transformation, Output).

Nach dem Cognitive Engineering Ansatz bilden sich die Handelnden zu den Zielzuständen Interpretationen, die diese genauer definieren. Die Besonderheiten des Zielzustands müssen im Modell dargestellt werden können.

Schließlich ergibt sich aus den Gestaltungsansätzen, daß zwar keine Gestaltungsziele durch das Verfahren vorgegeben werden sollten, weil diese die universelle Einsetzbarkeit einschränken würden. Dennoch sollte das Verfahren eine präventive und prospektive Gestaltung der Arbeit ermöglichen.

5 IVA

In den vorhergehenden Kapiteln wurde abgeleitet, daß subjektive Vorgangsmodelle für die objektorientierte Softwareentwicklung hilfreich sind, und welche Elemente in diesen Modellen enthalten sein müssen.

Ein Kernpunkt, der die Qualität von Software determiniert, ist die Aufgabenangemessenheit der Programme (vgl. Kap. 2.2). Um diese gewährleisten zu können, muß die Aufgabe aus der Benutzersicht erhoben werden. In der objektorientierten Softwareentwicklung wird die Perspektive der Benutzer vor allem im Use-Case-Ansatz berücksichtigt, indem die Beschreibung des typischen Anwendungsfalles durch den User herangezogen wird, um Objekte zu identifizieren. Die vollständige Nutzung der Vorteile der Objektorientierung wird allerdings erst durch die Erweiterung des Lebenszyklus der Software durch eine Phase der Vorgangsgestaltung gewährleistet (vgl. Kap.2.4.4).

Für das Instrument zur Vorgangsanalyse (IVA), als Hilfsmittel zum Auffinden von subjektiven Vorgangsmodellen und zur Erhebung von Use-Cases, sind zwei Besonderheiten der objektorientierten Methode entscheidend:

Zum einen gehört zur objektorientierten Softwareentwicklung das iterative Vorgehen (vgl. Kap. 2.1). Die Beteiligten müssen sich wiederholt treffen, um die Inhalte der betrieblichen Vorgänge zu erörtern und zu vertiefen. Diese müssen so dargestellt werden, daß alle sie verstehen können, daß ein inkrementelles iteratives Vorgehen möglich ist, daß der Vorgang also auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation zu beschreiben ist, und daß die Modelle in strukturierter und visualisierter Form vorliegen, damit sie kommunizierbar sind.

Zum anderen erfordert die Objektorientierung im Vergleich zur ablauforientierten Entwicklung eine veränderte Denkweise vom Softwareentwickler. Der Softwareingenieur bildet nicht einfach den Ablauf der Arbeit im Programm ab, sondern erschafft verschiedene Objekte, die Daten und Methoden kapseln und in der Interaktion der Objekte das Verhalten der Software erzeugen. Um ein solches Programm schaffen zu können, muß der Entwickler die Probleme hinter dem betrieblichen Ablauf verstehen. Die eigentliche Abbildung des Arbeitsablaufs kann in der Verantwortung der Benutzer verbleiben, die gleichzeitig mit der Softwareentwicklung die Arbeit den veränderten Möglichkeiten anpassen. Für diese Nutzung der Benutzereinbindung muß der Produktlebenszyklus allerdings um die Phase der Vorgangsgestaltung erweitert werden, die vor allem in der Verantwortung der Benutzer liegt (vgl. Kap. 2.4.4). Eine Einbindung aller Benutzer in die Softwareentwicklung wäre hilfreich, damit das Programm für alle Aufgaben angemessen ist. Für IVA bedeutet das, daß die Erhebung von subjektiven Vorgangsmodellen vor allem effizient, d.h. zeitsparend und vollständig gelingen muß.

Um die Bereitschaft zur formalen Analyse zu erhöhen, muß IVA als Verfahren möglichst einfach zu handhaben sein. IVA darf keine speziellen Kenntnisse oder Fähigkeiten erfordern. Syntax und Semantik der Modelle müssen eindeutig und formal definiert sein. Außerdem muß

es möglich sein, die interne Konsistenz der einzelnen Modelle zu überprüfen. Indem IVA möglichst einfache Elemente benutzt, soll eine gemeinsame Sprache zwischen Benutzer und Entwickler geschaffen und kommunizierbare Modelle erzeugt werden, die alle Beteiligten verstehen können. Dabei müssen die wichtigen Funktionen und Leistungen des Systems aus Sicht des Benutzers beschrieben werden, um das Entwicklungsrisiko und die Kosten zu reduzieren. Schließlich müssen sich mit IVA Abläufe sowohl im momentanen Ist-, wie auch im angestrebten Sollzustand abbilden lassen. Da IVA auch durch die Benutzer für die Anpassung der Aufgaben an die neuen Möglichkeiten der Software genutzt werden soll, muß das Instrument eine präventive und prospektive Gestaltung der Arbeit ermöglichen.

Inhalte der Beschreibungen, die mit IVA gemacht werden sollen, müssen das Aufgabenmodell selbst, sowie die vor-, nachgelagerten und die indirekten Bereiche sein, da alle das Arbeitsergebnis mit beeinflussen. Gerade die Aufgaben aus den sekundären Tätigkeiten sollten beim Modellieren nicht vergessen werden. Dabei soll der Ablauf schrittweise erhoben werden. Zusätzlich muß das Modell zwischen dynamischen und statischen Elementen unterscheiden.

Im einzelnen müssen als Elemente von IVA folgende Inhalte abgebildet werden (vgl. Kap. 3.2):

- Vorbedingungen
- Ausgangszustände/Input
- Arbeitsschritte/Transformationen
- Ziele/Nachbedingungen/Endzustände/Output
- Werkzeuge
- kritische Merkmale der Aufgabe/Besonderheiten des Zielzustands
- Störungen/Alternativen

Im folgenden wird das Vorgehen von IVA bei der Datenerhebung erläutert und mit den abgeleiteten Anforderungen in Beziehung gebracht. Dazu werden zuerst die Erhebungsverfahren des Instruments vorgestellt, dann die Elemente von IVA erläutert und schließlich der Ablauf der Datenerhebung selbst genauer betrachtet. Eine detaillierte Darstellung von IVA findet sich in der Handanweisung (Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold, 1995).

5.1 Erhebungsverfahren von IVA

Bei der Auswahl der Erhebungsmethoden sind vor allem die Anforderungen nach effizienter Erhebung und strukturierter Darstellung und Visualisierung zu berücksichtigen. IVA arbeitet mit einer Kombination von strukturiertem Interview und Legeverfahren (vgl. Kap. 4.3.1.1).

Für die Auswahl einer Strukturlegetechnik ist vor allem die direkte Visualisierbarkeit und das Erzeugen der Struktur durch den Befragten selbst (vgl. Kap.4.3.1.2.2) entscheidend. Für das strukturierte Interview sprechen die Variabilität des Verfahrens bei gleichzeitiger Effizienz. Deshalb arbeitet IVA mit einer Kombination aus beiden Methoden. Sowohl die Legetechnik als auch das strukturierte Interview steuern entscheidende Merkmale zu IVA bei. Deshalb

werden die wichtigen Eigenschaften der Legetechnik und des strukturierten Interviews im folgenden kurz beschrieben:

5.1.1 Eigenschaften der Legetechnik

Die Legetechnik von IVA zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- Komplexe Sachverhalte werden leichter in Form einer graphischen Darstellung begriffen (vgl. Scheele, 1991). Eine Arbeitsaufgabe und der umgebende Vorgang können in Grundelemente zerlegt werden. Die Kombination der verschiedenen Grundelemente in graphischer Form macht den Vorgang leichter verständlich als eine Darstellung im Text. Dadurch wird das subjektive Vorgangsmodell einerseits visualisiert und andererseits strukturiert.
- Die Anzahl verschiedener Grundelemente ist überschaubar und umfassend. Alle in der Realität vorkommenden Sachverhalte lassen sich durch eine Kombination von Elementen beschreiben. Die Anzahl verschiedener Elemente ist vom Befragten gleichzeitig im Kurzzeitgedächtnis zu halten ($n < 8$ Elemente; vgl. Lefrancois, 1986, S. 166). Die verringerte Anzahl der Elemente gegenüber der Heidelberger Strukturlegetechnik (Scheele & Groeben, 1988) sorgt für ein leichtes Handhaben der Methode und Kommunizierbarkeit, so daß für die Durchführung von IVA keine speziellen Kenntnisse erforderlich sind.
- Die Kombination der Grundelemente erfolgt nach einer festgelegten Semantik, der Einsatzbereich der Karten ist genau definiert. Dadurch sind Syntax und Semantik der Modelle eindeutig und formal definiert.
- Die Bestandteile des Vorganges werden durch Karten repräsentiert, die vom Interviewpartner beschriftet und ausgelegt werden. Dadurch wird die Einbeziehung der Benutzer erreicht. Außerdem führt das Beschriften dazu, daß die Interviewpartner die Verantwortung für das Modellieren übernehmen.
- Die Legetechnik ist flexibel. Der Befragte kann die Karten frei bewegen und während der Befragung ständig neu kombinieren. Dadurch sind Änderungen möglich, die während der Iterationen oder durch Arbeitsgestaltungen entstehen können.
- Es gibt insgesamt sieben Arten von Karten verschiedener Farben, die die sieben Grundelemente symbolisieren (vgl. Kap. 5.2). Die Karten haben eine ausreichende Größe und werden am Ende der Erhebung fixiert. Dadurch ist jeder Vorgang sofort visualisiert und kann so unmittelbar anderen Beteiligten gezeigt werden.
- Ein großer Vorteil der Modellierung mit Karten gegenüber der Modellierung mit einer geeigneten Software ist die unmittelbare Möglichkeit, einzelne Elemente direkt anzufassen und neu zu kombinieren, während man das ganze Modell überblicken kann. Gleichzeitig schließt die direkte Manipulation Fehler durch Probleme mit der Bedienung der Software aus (vgl. Kap. 4.4.1). Die Möglichkeit zur direkten Manipulation, gepaart mit den wenigen Grundelementen von IVA führt zum Entstehen einer gemeinsamen Sprache zwischen den Beteiligten.

5.1.2 Eigenschaften des strukturierten Interviews

Die wichtigen Eigenschaften des strukturierten Interviews lassen sich wie folgt beschreiben:

- Mit Beginn des Interviews wird dem Befragten die Legetechnik erläutert. Außerdem wird er über die Ziele der Befragung aufgeklärt. Dadurch werden beim Interviewpartner die Ziele der Durchführung von IVA transparent und die Beteiligung am Softwareentwicklungsprozeß erleichtert.
- Durch die Auswahl der Fragen aus einem vorgegebenen Interviewleitfaden wird sichergestellt, daß bei allen Befragten die gleiche Art von Angaben erhoben wird. Dadurch wird für eine Standardisierung der Erhebung der Vorgangsmodelle gesorgt.
- Der vom Interviewer verwendete strukturierte Interviewleitfaden gewährleistet, daß keine wichtigen Informationen übersehen werden. Er entlastet den Interviewer bei der Auswahl des nächsten Themas und sorgt für eine Strukturierung der Befragung. Der Interviewleitfaden eröffnet darüber hinaus durch die Reihenfolge der angebotenen Themen dem Befragten die Möglichkeit, einen Aspekt seines Vorgangs nach dem anderen systematisch zu entwickeln.
- Die Nachfragen, die der Interviewer zu stellen hat, sind als Stichworte aufgeführt, um ein möglichst breites Anwendungsspektrum zu gewährleisten. Auf diese Weise kann der Interviewer die Modellierung dem Stand der Iteration anpassen, dem Detaillierungsgrad des Modells und der Tatsache, ob er den Ist- oder den Sollzustand modellieren möchte.

Die Kombination aus Legetechnik, die der Befragte benutzt, ein Modell seiner Vorgangssicht zu visualisieren, und aus strukturierter Befragung, die vom Interviewer verwendet wird, um den Befragten beim vollständigen Modellieren anzuleiten, bilden das Herzstück der IVA Methode. Im folgenden wird das Vorgehen skizziert. Für eine genaue Beschreibung des Verfahrens bietet sich die Handanweisung von IVA an (Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold, 1995).

5.2 Elemente von Vorgangsmodellen in IVA

Die subjektiven Vorgangsmodelle werden mit IVA mittels einer Strukturlegetechnik erzeugt. Die Befragten werden durch eine strukturierte Interviewtechnik dazu angeleitet, ein „Bild“ des Vorgangs entstehen zu lassen. Dazu ordnen sie Inhalte ihres Arbeitsumfeldes bestimmten Gruppen zu, die sie durch verschiedene Kärtchen symbolisieren. Diese Gruppen von Sachverhalten werden durch die Elemente von IVA dargestellt. Es gibt sieben verschiedene Elemente, die durch sieben verschiedene Kärtchen symbolisiert werden. Sie stellen die „Worte“ von IVA dar, die zu Abfolgen kombiniert werden können, um den Arbeitsablauf darzustellen. Auch für die Abfolge von Elementen gibt es Regeln, die dafür sorgen, daß der Arbeitsablauf visualisiert werden kann. Dabei existieren bestimmte grundlegende Kombinationen von Elementen, die sinnvoll sind, um einen Ablauf als „Satz“ abzubilden.

Im folgenden sollen die Elemente, aus denen Vorgangsmodelle bei IVA bestehen, vorgestellt werden. Die Modelle müssen, um für die Objektorientierung zu taugen, eine klar definierte

Syntax und Semantik haben (vgl. Kap. 3.2 und 3.3). Dabei wird die Semantik durch die Art und Weise der Definition der sieben Grundelemente des Instruments bestimmt. Die Syntax läßt sich durch die mögliche Kombination der Grundelemente aufzeigen, die sich zum sogenannten Handlungsschritt kombinieren.

5.2.1 Die Grundelemente

In den vorhergehenden Kapiteln 2 bis 4 wurde abgeleitet, aus welchen Elementen die subjektiven Vorgangsmodele bestehen müssen. Als besonders hilfreich hat sich die Definition von Collins (1995, S.163; vgl. Kap 3.3.2) erwiesen. Bei der Beschreibung der Elemente sollen die Zusammenhänge zwischen den von Collins geforderten Elementen und den verschiedenen Kartentypen klar gemacht werden.

5.2.1.1 Arbeitsschritt

Arbeitsschritte sind zielgerichtete Handlungen des Aufgabenträgers. Sie sind durch seine Aktionen charakterisiert. Der Inhalt eines Arbeitsschrittes läßt sich am besten durch ein Verb charakterisieren (z.B. erstellen, eingeben, vergleichen). Arbeitsschritte können einen unterschiedlichen Umfang haben. Abhängig vom Stadium der Iteration können die Schritte auf einem aggregierten Niveau beschrieben werden (z.B. Auftrag *bearbeiten*) oder heruntergebrochen werden auf detailliertere Beschreibungen (z.B. Maske *ausfüllen*; Maskenfeld *ausfüllen*; vgl. Kap. 4.1.1).

Inhalte, die dem Element Arbeitsschritt zuzuordnen sind, werden in IVA mittels grüner Karten modelliert. Diese Elemente entsprechen der Forderung von Collins (1995; vgl. oben) nach der Abbildung von „Arbeitsschritten/Transformationen“.

Beim Abfragen der Arbeitsschritte zu Beginn der Analysephase ist es nötig, darauf zu achten, daß der Interviewpartner im ganzen Modell etwa ein mittleres Abstraktionsniveau der Beschreibung der Arbeitsschritte einhält. Er sollte also nicht in einem Teil des Modells jeden Handgriff einzeln benennen, während er einen anderen Teil seiner Aufgabe mit einem Oberbegriff für eine Tätigkeit abhandelt.

5.2.1.2 Vorbedingungen

Vorbedingungen stellen Ereignisse oder Konstellationen dar, die erfüllt sein müssen, damit ein Arbeitsschritt ausgeführt werden kann. Vorbedingungen sind dabei meist außerhalb der Aufgabe des Aufgabenträgers liegende Bedingungen (z.B. bei Bedarf, bei gutem Wetter).

Vorbedingungen werden mit violetten sechseckigen Karten abgebildet. So werden Inhalte modelliert, die bei Collins (1995) ebenso bezeichnet werden.

Jeder Arbeitsschritt, den der Aufgabenträger ausführt, ist an Vorbedingungen gebunden. Darum ergeben sich Aussagen über Vorbedingungen meistens beim Erfragen der Arbeitsschritte.

Jedoch braucht nicht jede Vorbedingung in das Modell aufgenommen zu werden, da sich die meisten Bedingungen von selbst ergeben. So kann ein Arbeitsschritt nur ausgeführt werden, wenn vorhergehende Handlungsabschnitte vollzogen und alle in den Arbeitsschritt eingehenden Gegenstände und Werkzeuge verfügbar sind. Vorbedingungen werden insbesondere dann modelliert, wenn es mehrere Handlungsalternativen gibt. Nicht für jeden Arbeitsschritt muß im Modell eine eigene Vorbedingung abgebildet werden. Vorbedingungen können auch für mehrere aufeinander aufbauende Arbeitsschritte gelten.

Interviewer und Befragter sollten darauf achten, daß Sachverhalte, die nicht offensichtlich aus dem Ablauf des Modells hervorgehen, als Vorbedingungen dargestellt werden. Vorbedingungen gehören in jedem Fall zu alternativen oder sich verzweigenden Handlungssträngen.

5.2.1.3 Gegenstand

Bei Inhalten, die mit dem Element „Gegenstand“ modelliert werden, handelt es sich mit Collins einerseits um Ausgangszustände, den Input in den Arbeitsschritt, andererseits um das, was aus dem Arbeitsschritt herauskommt, also die Ziele, Nachbedingungen, Endzustände oder den Output. Modelliert werden Gegenstände bei IVA mit blauen Kärtchen.

Bei den Gegenständen von Arbeitsschritten kann es sich um konkrete Sachverhalte handeln (wie ein Werkstück oder ein Formular) oder um gedanklich- abstrakte (wie etwa eine Rechenaufgabe oder das Modell eines Hauses). Gegenstände sind häufig aus einfacheren Gegenständen zusammengesetzt. Als Beispiel soll der Gegenstand "Auszahlungsanordnungsformular" dienen. Er kann sich aus den Gegenständen "Datumsfeld", "Feld für Rechnungsempfänger", "Betragsfeld" und "Unterschriftsfeld" zusammensetzen.

5.2.1.4 Werkzeug

Arbeitsschritte werden in der Regel unter Einsatz von Werkzeugen vorgenommen. So kann ein Eintrag in das Betragsfeld eines Formulars nur unter Verwendung eines Schreibgerätes erfolgen. Für Werkzeuge gilt, wie für Arbeitsschritte, daß durch sie Merkmalsausprägungen des bearbeiteten Gegenstandes verändert werden, und daß ihr Einsatz an bestimmte Bedingungen gebunden sein kann. Üblicherweise sind Werkzeuge und Gegenstände eines Arbeitsschrittes dadurch zu unterscheiden, daß sich Werkzeuge durch den Arbeitsschritt nicht verändern, die bearbeiteten Gegenstände schon. Die Werkzeuge, als von Collins gefordertes Element der Analyse, werden in IVA durch blaue, markierte Karten abgebildet.

Werkzeuge haben eine bestimmte Funktion; häufig lassen sich diese Funktionsweisen am Gerät einstellen. Die vom Aufgabenträger zielspezifisch genutzte Funktionsweise von Werkzeugen wird als Funktionsmerkmal erfaßt. Allerdings haben Werkzeuge oft nicht nur die erwünschten Funktionsmerkmale, es kann bei der Benutzung von Werkzeugen auch zu Seiteneffekten kommen. Ein Seiteneffekt der Benutzung von Laserdruckern kann beispielsweise

die Erzeugung von Ozon sein. Seiteneffekte können für den Aufgabenträger nicht bedeutsam, erwünscht oder unerwünscht sein.

5.2.1.5 Verzweigung

Bei der Aufgabenbearbeitung sind oftmals alternative Wege möglich. Um die unterschiedlichen Bearbeitungswege legen zu können, gibt es in IVA das Element der Verzweigung, das in roten Dreiecken dargestellt wird und dann zum Einsatz kommt, wenn im Sinne von Collins „Alternativen“ oder „Störungen“ auftauchen. Die Verzweigungen werden sowohl für die Verzweigungen als auch für das Zusammenführen von Abläufen benutzt.

Diese Alternativen können entweder dadurch verursacht sein, daß unterschiedliche Vorbedingungen unterschiedliche Verhaltensweisen erfordern, oder daß es einen Handlungsspielraum für den Aufgabenträger gibt. Im letzteren Fall gibt es sequentielle und inhaltliche Handlungsspielräume. Bei sequentiellen ist es egal, mit welchem Arbeitsschritt begonnen und mit welchem geendet wird, solange alle durchlaufen werden. Bei inhaltlichen Handlungsspielräumen gibt es unterschiedliche Handlungsalternativen, die aber zum gleichen Ergebnis führen. Beispielsweise können Dateien auf unterschiedliche Weise kopiert werden, indem man unterschiedliche Hilfsmittel in Anspruch nimmt. Abhängig davon, ob man diese auf Betriebssystem- Ebene durch ein spezielles Kopierprogramm oder durch ein Unterprogramm einer bestimmten Anwendung kopiert, hat man unterschiedliche Bearbeitungswege, aber immer ein Ergebnis, nämlich die kopierte Datei. Die Vorbedingungen, die zur Wahl einer bestimmten Alternative führen, werden auf den zugehörigen Karten notiert.

Es ist auch denkbar, daß die Spielräume bei der Aufgabenbearbeitung es zulassen, daß - unabhängig von externen Bedingungen - der Aufgabenträger selbst bei verschiedenen Gelegenheiten alternative Wege einschlägt, beispielsweise um die Aufgabenbearbeitung abwechslungsreicher zu gestalten. In diesem Falle werden die Alternativen festgehalten, und auf den Verzweigungskarten werden die Präferenzen bzw. Entscheidungen des Aufgabenträgers notiert.

5.2.1.6 Merkmal

In IVA werden auf weißen kleinen Kärtchen die Merkmale von Gegenständen und Werkzeugen modelliert, die für die Auftragsbearbeitung wichtig sind. Diese Karten werden den entsprechenden Gegenständen und Werkzeugen zugeordnet. Die Zuordnung der weißen Karten zu Gegenständen entspricht der Modellierung „kritischer Merkmale der Aufgabe/Besonderheiten des Zielzustands“ im Sinne von Collins (vgl. oben).

Gegenstände haben Merkmalsausprägungen auf Merkmalsdimensionen. Dimensionen von Merkmalen können dabei kontinuierlich (wie die Größe eines Gegenstandes) oder diskret (wie der Name eines Gegenstandes) sein. Oft ist der ausgehende Gegenstand, das Ergebnis eines Arbeitsschrittes, identisch mit dem Eingangsgegenstand. Es kommt hier darauf an, die unter-

schiedliche Qualität, die der Arbeitsschritt erzeugt hat, im Modell mit Hilfe der Merkmalskarten aufzuzeigen.

Eine ausschließliche Zuordnung von Merkmalen nur zu Gegenständen, wie Collins sie vorschlägt, reicht allerdings nicht aus, denn auch Werkzeuge haben unterschiedliche Eigenschaften und intendierte sowie nicht beabsichtigte Nebeneffekte. Es kann im Modell wichtig sein, diejenigen Wirkungen aufzuzeigen, die für den Arbeitsfortschritt beabsichtigt sind.

5.2.1.7 Überschrift

Das Element Überschrift wurde aus technischen Gründen in den „*Wortschatz*“ von IVA eingefügt. Da die Legetechnik ein Umarrangieren der Karten ermöglicht, mußte auch ein verschiebbares Element entstehen, auf dem die Befragten strukturierende oder beschreibende Inhalte modellieren konnten.

Überschriften werden mit weißen großen Karten abgebildet. Auf dem Element Überschrift haben alle Inhalte Platz, die den Ablauf strukturieren oder beschreiben, ohne selbst Teil des Arbeitsablaufs zu sein. Dazu gehören bspw. Benennungen für Teilaufgaben, strukturierende Hinweise und Ortsangaben.

5.2.1.8 Zusammenfassende Ordnung der Elemente von IVA

Der „*Wortschatz*“ von IVA besteht also aus sieben verschiedenen Elementen. Dieses sind im einzelnen: Arbeitsschritt, Vorbedingung, Gegenstand, Werkzeug, Verzweigung, Eigenschaft und Überschrift. Für jedes Element gibt es eine unterschiedliche Kartenart, auf der die Inhalte modelliert werden.

Die Elemente lassen sich, gemäß den Anforderungen (siehe oben), auch in statische und dynamische unterteilen. Gegenstände und Werkzeuge bilden mit den zugehörigen Eigenschaften die statischen Elemente des Ablaufes ab, während Arbeitsschritte und (mit Einschränkungen) Vorbedingungen sowie Verzweigungen die dynamischen Teile des Ablaufes abbilden.

5.2.2 Der Handlungsabschnitt

In diesem Kapitel geht es um die Syntax, der IVA unterliegt, also die modellkonformen Kombination der Elemente. Eine der Forderungen, die in den vorigen Kapiteln abgeleitet wurde, besteht darin, daß eine schrittweise Erhebung des Vorgangs ermöglicht werden soll. Diese Erhebung in einzelnen Schritten geschieht in IVA in der Grundform des Handlungsabschnitts. Diese Grundform wird nun im Detail dargestellt.

Die Veränderung der Ausgangs- zur Zielsituation einer Aufgabe (und eines Vorganges) geschieht in einer Folge von Handlungsabschnitten. Nach einer endlichen Anzahl solcher Handlungsabschnitte weist die Zielsituation die intendierten Merkmale auf. Ein Handlungsabschnitt besteht aus einer typischen Kombination aus minimal drei Elementtypen oder vier ein-

zelen Elementkarten (vgl. Abb. 27). Diese Kombination ist die kleinste denkbare, sinnvolle Einheit des Vorgangsmodells. Dazu gehört ein Ausgangsgegenstand, ein Endgegenstand, dazwischen ein Arbeitsschritt kombiniert mit einem Werkzeug, das für den Arbeitsschritt benötigt wird. Zusätzlich kann vor dem Arbeitsschritt noch eine Vorbedingung stehen. Außerdem können jeder Gegenstand und jedes Werkzeug mit einer endlichen Zahl an Eigenschaften versehen sein. Alle Teile des Vorgangsmodells sollten sich in eine Folge von vollständigen Handlungsabschnitten zerlegen lassen.

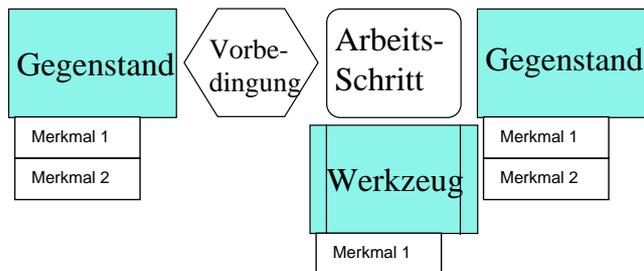


Abbildung 27: Handlungsabschnitt von IVA

Ein Handlungsabschnitt dient dazu, die Ausgangssituation Schritt für Schritt in die Zielsituation zu überführen. Dies ist der Fall, wenn die Merkmalsausprägungen des Gegenstandes, die durch den Arbeitsschritt herbeigeführt wurden, jetzt besser mit den in der Zielsituation festgelegten Merkmalsausprägungen dieses Gegenstandes übereinstimmen. Es ist aber auch denkbar, daß die mit dem Arbeitsschritt realisierten neuen Merkmalsausprägungen des Gegenstandes von der Zielsituation weiter entfernt sind als davor. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn Vorbedingungen für nachfolgende Arbeitsschritte oder für Werkzeuge erst geschaffen werden müssen. Der Arbeitsschritt selbst wird solange ausgeführt, bis der Zielgegenstand realisiert ist. Die Regulation des Arbeitsschritts geschieht in TOTE- Einheiten (Miller, Galanter & Pribram, 1960; vgl. Abb. 28).

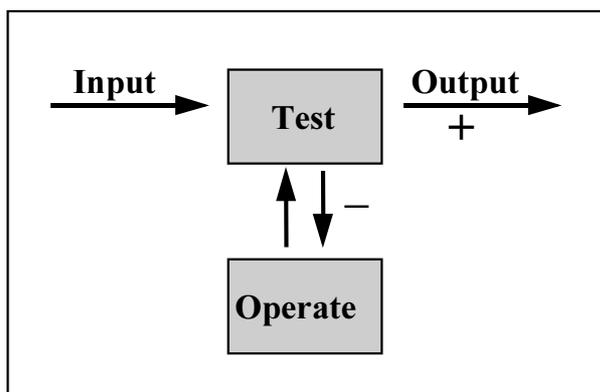


Abbildung 28: TOTE-Einheit (Miller, Galanter & Pribram, 1960)

Es ist üblich, bei der Darstellung der Modelle mit IVA Abläufe von links nach rechts laufen zu lassen und die Alternativen oder Bearbeitungswege bei Störungen passend unterhalb oder oberhalb des Modells darzustellen.

Bei der Verwendung von Verzweigungen und Vorbedingungen ist eine Besonderheit zu beachten. Im Modell muß es möglich sein, zwischen dem wahrgenommenen Handlungsspielraum des Befragten einerseits und alternativen Bearbeitungsformen andererseits zu unterscheiden. Bei Tätigkeiten, bei denen der Befragte einen subjektiven Handlungsspielraum wahrnimmt, ist für die Auftragsbearbeitung unerheblich, in welcher Reihenfolge die Teiltätigkeiten bearbeitet werden. Ein Beispiel hierfür ist die Bearbeitung von modernen Eingabemaschinen. Alternative Bearbeitungsformen dagegen zeichnen sich dadurch aus, daß sich die Bearbeitung, abhängig von Vorbedingungen, unterscheidet, so daß eine Entweder- Oder- Entscheidung stattfindet. In IVA wird zwischen diesen Alternativen durch die Kombination von Vorbedingungs- und Verzweigungselement unterschieden (vgl. Abb. 29).

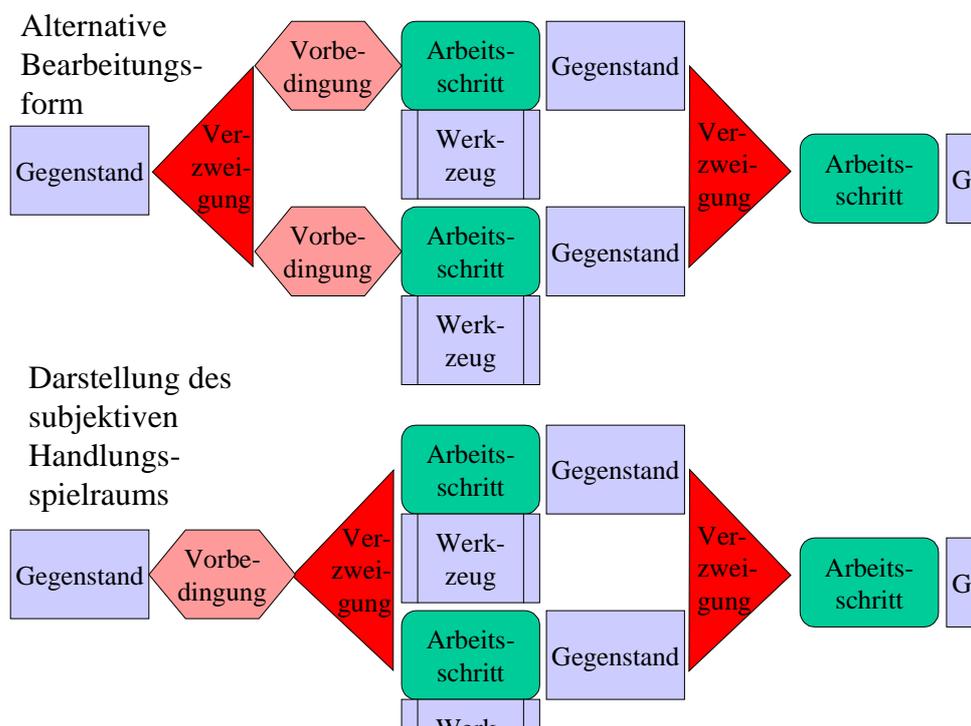


Abbildung 29: Kombination von Verzweigungen und Vorbedingungen zur Darstellung alternativer Bearbeitungsformen oder zur Abbildung des subjektiven Handlungsspielraums

Bei dieser Unterscheidung ist vor allem die Stellung des Elements hinter der Verzweigung von Bedeutung. Sind Vorbedingungselemente direkt nach der Verzweigung, vor den Ketten aus weiteren Handlungsabschnitten positioniert, so bedeutet das, es handelt sich um alternative Bearbeitungsformen. Findet sich an dieser Stelle direkt nach der Verzweigung kein Vorbedingungselement, so sind die Bearbeitungswege alle in beliebiger Reihenfolge zu durchlaufen, stellen also den subjektiven Handlungsspielraum dar. Die Stellung des Vorbedingungselements vor der Verzweigung wird als Gesamtvorbedingung für die ganze Verzweigung gelesen, unterscheidet jedoch nicht zwischen den beiden Alternativen Handlungsspielraum vs. alternative Folge.

5.3 Ablauf der Datenerhebung mit IVA

Die Datenerhebung mit IVA durchläuft mehrere Phasen, um die Vollständigkeit und die interne Konsistenz der Modelle zu gewährleisten. Dabei ist IVA so konzipiert, daß bei seinem Einsatz sechs Schritte durchlaufen werden müssen (vgl. Abb. 30). Zwei dieser Schritte, nämlich die Erhebung des Vorgangsmodells und die Vervollständigung des Vorgangsmodells/konsensuale Validierung, geschehen im Kontakt mit den Befragten. Die Vorbereitung der Untersuchung, die Ausarbeitung des Modells und die Dokumentation der Struktur obliegen dem Interviewer. Jede dieser Phasen dient einem besonderen Zweck und beinhaltet besondere Aktivitäten. Insgesamt ist mit einem Zeitaufwand für ein Modell von etwa zwei Stunden für den Befragten zu rechnen. Für den Interviewer liegt der Zeitbedarf bei ungefähr drei Stunden pro Modell.

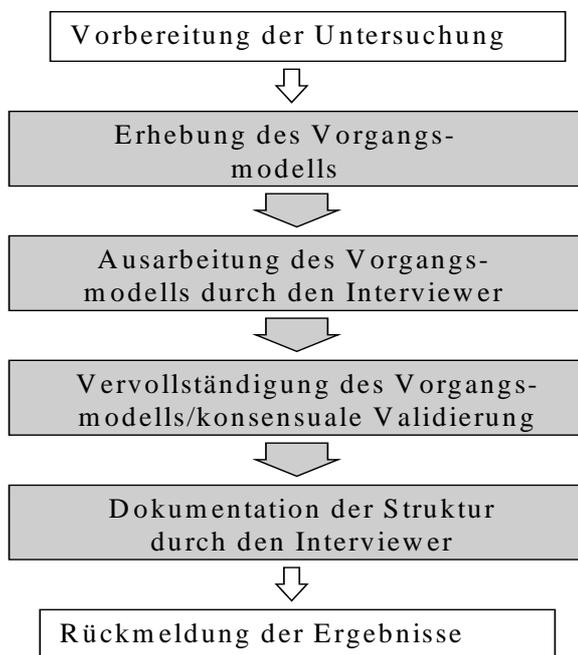


Abbildung 30: Darstellung der Erhebungsschritte

Für eine detaillierte Darstellung von IVA empfiehlt es sich, die Handanweisung zu beachten (vgl. Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold, 1995). In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Phasen von IVA kurz erläutert.

5.3.1 Vorbereitung der Untersuchung

Vor dem ersten Treffen mit den Befragten wird die Untersuchung vorbereitet. Da jede Arbeitsanalyse zielgerichtet ist (vgl. Schüpach, 1990), werden die Befragungsziele explizit festgelegt und dokumentiert. Der Teilnehmerkreis, der für die Untersuchung in Frage kommt, wird ausgewählt, und alle Beteiligten werden über die Untersuchung informiert. Nach diesem Schritt müssen wenigstens die Interviewpartner, deren Vorgesetzte und der Betriebsrat über

die Ziele der Befragung und die Methoden unterrichtet sein. Es werden Termine mit den Interviewpartnern ausgemacht, und IVA wird vorbereitet.

Zur Vorbereitung des Instruments gehört der Abgleich der Fragen mit den Untersuchungszielen, die Überarbeitung der Instruktion, und das Sicherstellen, daß eine ausreichende Anzahl von Karten vorhanden ist.

Schließlich muß der Raum vorbereitet werden, in dem die Befragung stattfinden soll. Dazu gehört vor allem, daß ein ausreichend großer Tisch für die Befragung zur Verfügung steht, und daß der Raum störungsfrei für die Untersuchung genutzt werden kann.

5.3.2 Erhebung des Vorgangsmodells

Die Erhebung des Vorgangsmodells geschieht in mehreren Schritten. IVA geht deshalb bei der Modellierung so vor, da in der Erhebung verschiedene Inhalte berücksichtigt werden müssen. Zuerst soll der Befragte mit der Methode vertraut gemacht werden. Dann muß das Vorgangsmodell die Aufgabe des Befragten und den umgebenden Arbeitsvorgang mit vor- und nachgelagerten sowie indirekten Bereichen umfassen (vgl. Kap. 2.6.3). Schließlich werden auch noch alternative Bearbeitungswege erfragt.

Deshalb durchläuft die Modellierung auch mehrere Phasen. Nacheinander werden folgende Schritte ausgeführt:

- Begrüßung
- Erläuterung des Ablaufs/der Strukturlegetechnik
- Erhebung des Aufgabenmodells
- Beschreibung von Ausgangs- und Zielsituation
- Detailanalyse
- Einbettung in das Vorgangsmodell
- Überprüfung und Festlegen eines neuen Termins
- Modell transportfähig machen

Diese Schritte, die alle in der ersten Sitzung der Erhebung des Modells durchgeführt werden sollen, werden im folgenden kurz erläutert. Die Modellerhebung auf mittlerem Detaillierungsniveau dauert etwa eine bis eineinhalb Stunden.

5.3.2.1 Begrüßung

In der Phase der Begrüßung geschieht die Vorstellung der Beteiligten und die Aufklärung des Interviewpartners über die Untersuchungsziele. Diese Phase ist deshalb entscheidend, weil einerseits durch die Information über den Zweck der Untersuchung die Bereitschaft zur Mitarbeit erhöht wird (vgl. Partsch, 1992; Kap. 3.1.1). Andererseits können so eventuelle Mißverständnisse zwischen den Beteiligten im Vorfeld ausgeräumt werden. Schließlich soll durch die Klärung der Rollen der Beteiligten, nämlich des Interviewers als Spezialist für die Methode und des Interviewpartners als Spezialist für den Arbeitsablauf, die Bereitschaft erhöht werden,

zur Problemlösung beizutragen (vgl. Kap. 2.5.4). Außerdem soll dadurch der Befragte ermuntert werden, Verantwortung für die Gestaltung des eigenen Arbeitsablaufs zu nehmen.

5.3.2.2 Erläuterung des Ablaufs/der Strukturlegetechnik

Bei diesem Schritt der Erhebung des Vorgangsmodells werden den Interviewpartnern der Ablauf der Untersuchung und die Strukturlegetechnik erklärt. Außerdem werden ihnen die sieben Elemente von IVA kurz vorgestellt, und sie werden mit der Idee vertraut gemacht, ein Abbild ihrer Aufgabe und des umgebenden Vorgangs zu erzeugen. Als äußeres Zeichen wird dem Befragten der Stift übergeben, damit er die Elemente selbst beschriftet.

5.3.2.3 Erhebung des Aufgabenmodells

Mit diesem Schritt beginnt die eigentliche Modellierung des Vorgangsmodells. Der Interviewte wird aufgefordert, die eigenen Arbeitsaufgaben und eventuelle Zusatzaufgaben zu benennen. Diese notiert der Befragte selbst auf den Elementen für Überschriften und plaziert sie auf der Arbeitsfläche. Dieses Vorgehen dient dazu, die Tätigkeiten grob zu strukturieren, die Scheu vor der Legetechnik zu überwinden und ein nachvollziehbares Ziel der Erhebung zu schaffen. So können die Beteiligten sehen, daß die Erhebung beendet ist, wenn alle Überschriften in den Ablauf eingearbeitet sind. Nicht zuletzt sorgt die Benennung aller Aufgaben des Befragten dafür, daß keine Aspekte der Tätigkeit vergessen werden, sie gewährleistet also die Vollständigkeit des Modells.

5.3.2.4 Beschreibung von Ausgangs- und Zielsituation

Die Beschreibung der Ausgangs- und Zielsituation erfolgt mit Elementen für Gegenstände. Die Interviewpartner vergegenwärtigen sich diejenigen Gegenstände, Informationen oder Bedingungen, die vorliegen, wenn ihre Aufgabe oder Teilaufgabe beginnt, und modellieren sie an den linken Rand der Arbeitsfläche. Das Endprodukt oder der Endzustand wird vom Interviewten an den rechten Rand der Fläche gelegt. Durch dieses Vorgehen entsteht ein Raum zwischen Ausgangs- und Endzustand, der es dem Befragten erleichtert, den Aufgabenverlauf schrittweise bis zum Ziel zu rekonstruieren. Dieses Vorgehen versetzt die meisten Befragten in die Lage, den Ablauf der Aufgabe ohne die auftretenden Störungen und Ausnahmen der Bearbeitung darzustellen.

5.3.2.5 Detailanalyse

Wenn die Ausgangs- und Zielbedingungen modelliert sind, beginnt die Detailanalyse. Jetzt werden die nötigen Arbeitsschritte, Vorbedingungen, die Zwischenergebnisse (als Anfangs- und Endgegenstand) und die Werkzeuge samt wichtiger Eigenschaften in das Modell eingefügt.

Dabei bietet IVA als Voreinstellung an, die einzelnen Elementtypen nacheinander abzufragen, und nicht jeweils einen vollständigen Handlungsabschnitt nach dem anderen darzustellen. Das dient dazu, die Befragten nicht durch einen ständigen Wechsel zwischen den verschiedenen Elementen (Gegenstand, Eigenschaften, Vorbedingung, Arbeitsschritt, Werkzeug, Eigenschaften, etc. ...) zu verwirren. Statt dessen wird mit den Arbeitsschrittelementen angefangen, dann kommen die Gegenstände als Ziele der Arbeitsschritte, eventuelle Vorbedingungen, dann die Werkzeuge.

Der Beginn der Detailanalyse mit den Arbeitsschritten bietet sich an, denn „Benutzer [wie andere Handelnde auch] denken eher in Begriffen des Tuns als in Kategorien, womit sie es tun und was sie damit tun“ (Whitehead, 1995, S.77). In dieser Reihenfolge wird die Abfolge der Handlungsschritte zuerst auf die Aneinanderreihung von Arbeitsschritten reduziert. Der Handlungsschritt wird auf diese Weise erst am Ende der Erhebung des Vorgangsmodells komplett sichtbar. Andererseits ist der Tatsache Rechnung getragen, daß Benutzer eher eine Funktionssicht als eine Objektsicht nachvollziehen können. Im übrigen steht es aber durch das strukturierte Interview den Beteiligten frei, auch ein anderes Vorgehen bei der Modellierung (bspw. die sukzessive Vervollständigung von Handlungsabschnitten) zu wählen.

Ist der Aufgabenablauf modelliert, wird er noch einmal durch den Befragten überprüft, und gegebenenfalls folgt eine Ergänzung der Aufgabenstruktur.

5.3.2.6 Einbettung in das Vorgangsmodell

In dieser Phase der Modellierung geht es darum, das Abbild Vorgangs zu erhalten, das aus Benutzersicht die eigene Arbeitsaufgabe umgibt. Dazu gehört das Durchlaufmodell des Produkts/der Dienstleistung als Abbildung des Vorgangs in den vor- und nachgelagerten Bereichen. Es müssen die ablaufrelevanten Funktionen indirekter Bereiche modelliert werden, die Wege der Zusammenarbeit und der Informationsfluß. IVA legt das Detaillierungsniveau der Modellierung nicht fest. Die Modellierung kann genauso gut mit Überschriften geschehen wie mit allen anderen Elementen wie bei der Abbildung der Aufgabe auch. Tatsächlich hängt das Niveau der Abbildung stark mit dem Ziel der Untersuchung zusammen. Der Detaillierungsgrad sollte allerdings mit dem Ziel, die Arbeit zu gestalten, zunehmen.

5.3.2.7 Überprüfung und Festlegen eines neuen Termins

Am Ende des ersten gemeinsamen Erhebungsabschnittes überprüfen der Interviewer und der Befragte das Modell noch einmal auf Vollständigkeit und Stimmigkeit und beheben eventuelle Fehler. Schließlich machen die Beteiligten gemeinsam einen Termin zur Vervollständigung des Vorgangsmodells aus. Diese gemeinsame Verabredung dient dazu, den Interviewpartner weiter in die Erhebung mit einzubeziehen und seine Rolle als Spezialist für die Arbeit ernst zu nehmen, im Gegensatz zur Wirkung, die eine Absprache über die terminliche Verfügbarkeit über den Vorgesetzten machen würde.

5.3.2.8 Modell transportfähig machen

Der Abschnitt der Erhebung des Vorgangmodells endet damit, daß der Interviewer das erarbeitete Modell so fixiert, daß er es zur nächsten gemeinsamen Phase in einem bearbeitbaren Zustand zur Verfügung hat. Idealerweise kann das Modell bis zur nächsten Erhebungsphase liegen bleiben, sonst müssen die Karten auf einer Unterlage fixiert werden. Wahlweise kann man die Lage der Karten auch so festlegen, daß diese bei der nächsten Untersuchung dem Befragten in gleicher Lage präsentiert werden können.

5.3.3 Ausarbeitung des Vorgangmodells durch den Interviewer

Der Untersucher strebt bei der Befragung mit IVA an, ein vollständiges und konsistentes Modell zu erhalten, das die Untersuchungsziele befriedigt. Die Phase der Ausarbeitung des Vorgangmodells durch den Interviewer dient dazu, daß die Untersuchungsziele besser verwirklicht werden können. Endergebnis dieser Phase ist eine Liste von Themen, die beim zweiten Kontakt mit dem Befragten geklärt werden müssen.

Bei der Überarbeitung der Struktur überprüft der Interviewer zunächst, ob die Informationen zum Aufgabenmodell konsistent und vollständig sind. Er überprüft aus der Distanz noch einmal die Punkte, die er schon gemeinsam mit dem Interviewpartner am Ende der Erhebung des Vorgangmodells betrachtet hat (vgl. Kap. 5.2.3.7) und notiert unklare Themen:

- unleserliche Karten
- unklare Begriffe
- fehlende Elemente
- fehlende Inhalte
- logische Fehler im Modell
- unklare Teilaufgaben
- fehlende Teilaufgabe

Die zweite Aufgabe des Interviewers besteht darin, die Untersuchungsziele mit den gewonnenen Erkenntnissen im Vorgangmodell zu vergleichen und zu bewerten, welche Angaben er noch braucht, um sein Untersuchungsziel zu erreichen. Der Interviewer sucht des weiteren Teile des Modells heraus, zu denen er bei der zweiten Befragung weitere und detailliertere Angaben erheben möchte. Ist die Befragung Teil eines iterativen Prozesses, muß auch überprüft werden, ob die Ergebnisse aus diesem Modell konsistent mit den Erkenntnissen aus früheren Iterationen sind.

Bei der Ausarbeitung des Vorgangmodells durch den Interviewer wird das Modell auf Vollständigkeit der Elemente überprüft. Außerdem schaut der Interviewer danach, ob Verständnisfragen aufgetaucht sind, und ob Teile des Vorgangs fehlen. Schließlich erstellt der Interviewer einen Fragenkatalog zur Vervollständigung bzw. Erweiterung des Vorgangmodells auf und bereitet die zweite Erhebungsphase, die Vervollständigung des Vorgangmodells, vor.

5.3.4 Vervollständigung des Vorgangsmodells

Der zweite Untersuchungstermin (vgl. Abb. 30) ist wichtig für eine gültige Erhebung des Vorgangsmodells. Interviewer und Befragter benötigen diesen Termin dazu, offene Fragen, Unklarheiten und Probleme, die sich in der ersten Befragung ergeben haben, beim gemeinsamen Überarbeiten des Modells zu klären. Gleichzeitig soll dem Interviewpartner Gelegenheit gegeben werden, sich von der Richtigkeit der Ausarbeitung durch den Interviewer und dessen Schlußfolgerungen zu überzeugen. Zentrales Anliegen der Phase der Vervollständigung des Vorgangsmodells aber ist die konsensuale Validierung des Modells. Darunter wird die gemeinsame Überprüfung des Modells durch Interviewer und Befragten auf Vollständigkeit und Konsistenz sowie die Klärung des Erhebungsprozesses auf ein gemeinsames Verstehen der modellierten Abläufe verstanden. Da die Phasen „Kommunikative Validierung“ und „Explanative Validierung“ der Strukturlegetechnik bei Groeben (1986; vgl. Kap. 4.3.1.2.2.2) ineinander eingreifen und zusammen prozeßhaft ablaufen, wird bei IVA der Begriff konsensuale Validierung für beide Phasen verwendet.

Dabei ist die Phase der Vervollständigung aus verschiedenen Gründen unerlässlich. Zum einen gilt es, Unvollständigkeiten, die sich aus Ermüdungserscheinungen oder Zeitdruck während der ersten Erhebung ergeben haben, nachzubessern. Es können auch Fragen auf Seiten des Interviewers aufgetreten sein, weil Inhalte des Modells nicht mehr nachvollziehbar sind, oder weil logische Fehler beim Modellieren aufgefallen sind. Der Interviewpartner hat bis zur zweiten Erhebung Gelegenheit, seinen Arbeitsablauf aus dem Blickwinkel des von ihm geschaffenen Modells zu durchlaufen. Daraus können sich für ihn Änderungs- oder Ergänzungswünsche ergeben, die in das Modell mit aufgenommen werden müssen. Schließlich können auch alternative Wege in der Bearbeitung von Aufgabe oder Vorgang aufgetreten sein, die in der Abbildung berücksichtigt werden sollen.

Im einzelnen werden folgende Schritte bei der Vervollständigung durchlaufen:

- Begrüßung/Erläuterung des Ablaufs
- Verständnisfragen des Interviewers
- Überprüfung des Aufgabenmodells/Konsensuale Validierung
- Alternativen der Auftragsbearbeitung
- Überprüfung der Einbettung in das Vorgangsmodell und Alternativen der Vorgangsgestaltung
- Abschluß

Für die Vervollständigung des Modells wird erfahrungsgemäß etwa 80 bis 100 Prozent der Zeit benötigt, die für die Erhebung des Vorgangsmodells gebraucht wurde. Die Schritte sollen im folgenden kurz erläutert werden.

5.3.4.1 Begrüßung/Erläuterung des Ablaufs

Die Begrüßung und die Erläuterung des Ablaufs dienen vor allem dazu, dem Befragten die Untersuchungsziele und das Vorgehen noch einmal in Erinnerung zu rufen. Dieser Schritt sollte auch beim Durchlaufen mehrerer Iterationen nicht übersprungen werden.

5.3.4.2 Verständnisfragen des Interviewers

In die Phase der Verständnisfragen gehört zuerst das Vorstellen des Ablaufmodells aus Sicht des Interviewers. Auf diese Weise kann der Interviewte überprüfen, inwieweit sein Modell richtig verstanden wurde. Dann werden der Reihe nach alle Fragen des Interviewers geklärt, die sich aus der Ausarbeitung des Vorgangsmodells ergeben haben.

5.3.4.3 Überprüfung des Aufgabenmodells/Konsensuale Validierung

Im diesem Schritt der Überprüfung des Aufgabenmodells wird das Modell konsensual validiert. Dazu werden alle Teile des Modells vom Interviewer und vom Befragten erneut betrachtet, benannt und auf ihre Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft. Dazu muß der Befragte den modellierten Arbeitsablauf nach der Erhebung des Vorgangsmodells durchlaufen haben, damit er bewerten kann, ob sein Modell zutreffend ist. Wenn bereits während der Erhebung des Vorganges das Soll-Modell abgebildet wurde, muß der Befragte prüfen, ob seine Vorstellungen umsetzbar sind. In jedem Fall werden alle Fehler im Modell berichtigt und fehlende Abläufe ergänzt.

5.3.4.4 Alternativen der Auftragsbearbeitung

Der Schritt Alternativen der Auftragsbearbeitung überprüft das Modell auf vollständige Abbildung des subjektiven Handlungsspielraums. Hier wird besonderes Augenmerk darauf gerichtet, daß das Modell andere Bearbeitungsmöglichkeiten der Aufgabe erfaßt. In dieser Phase entstehen im Modell viele parallele Wege für verschiedene Teiltätigkeiten. Dieser Schritt ist besonders wichtig, wenn es um die Gestaltung von Arbeit geht.

5.3.4.5 Überprüfung der Einbettung in das Vorgangsmodell und Alternativen der Vorgangsgestaltung

Bei der Überprüfung der Einbettung der Aufgabe in das Vorgangsmodell wird im Prinzip genauso verfahren wie bei der Überprüfung der Aufgabe und Modellierung der Auftragsbearbeitung. Dieser Schritt dient dazu, die Vollständigkeit und Konsistenz des Modells bezüglich der vor- und nachgelagerten sowie der indirekten Bereiche zu sichern. Dazu werden speziell die Wege der Zusammenarbeit und der Kommunikation noch einmal gesondert beleuchtet.

5.3.4.6 Abschluß

Beim Abschluß wird der Befragte nach Ergänzungs- und Änderungswünschen gefragt und über das geplante weitere Vorgehen informiert.

5.3.5 Dokumentation des Aufgabenmodells durch den Interviewer

Abschließend muß das Aufgabenmodell so dokumentiert werden, daß es dem Untersuchungsziel zugeführt werden kann. Diese Dokumentation kann auf ganz unterschiedliche Arten erfolgen.

- Das Modell kann in unverarbeiteter Form weiteren Prozessen zur Verfügung stehen. Dazu muß es fixiert werden, um Datenverlust zu vermeiden. Es kann auf Papier geklebt werden, kopiert, in einem Grafikprogramm abgebildet oder abfotografiert werden.

Beispielsweise können befragte Mitarbeiter ihre Modelle direkt vergleichen und daran Gestaltungsmaßnahmen ableiten. Der Systemgestalter hat die Modelle selbst erhoben und benutzt das Modell als Vorlage, um sich ein Datenmodell zu erstellen

- Das Modell kann bei der Dokumentation um solche Angaben ergänzt werden, die aus der Abbildung nicht ohne weiteres hervorgehen. Das fixierte Modell ist also um einen zusätzlichen Ordner oder eine hinter die Grafik gelegte Datenbank ergänzt, die wichtige Informationen bereitstellen.

Die Modelle sind z.B. um Kommentare zu den einzelnen Karten und um Dokumente, die im Vorgang benutzt werden, ergänzt. Wenn der Abbildungsprozeß interessiert, gibt es bspw. noch einen Videomitschnitt und zusätzliche Dokumente, die zum Modell gehören.

- Das Modell wird in weiterverarbeiteter Form dokumentiert.

Mehrere Modelle werden zu einem generischen Vorgangmodell zusammengefaßt, es interessiert nur ein Modell des Datenflusses, alle anderen Angaben werden nicht dokumentiert.

Der letzte Schritt, der sich an die Erhebung anschließt, ist die Rückmeldung der Ergebnisse an die Befragten. Diese werden darüber informiert, welche Ergebnisse sich aus der Untersuchung ergeben haben. Die Transparenz der Untersuchung bleibt erhalten, und die Interviewpartner erhalten die Möglichkeit, gegebenenfalls Ergebnisse zu berichtigen und Mißverständnisse aufzuklären. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß sie die Befragten in ihrer Rolle als Experten für ihre Aufgabe ernst genommen fühlen.

5.4 Zusammenfassende Bewertung der berücksichtigten Anforderungen an IVA

Am Ende der Vorstellung von IVA sollen alle abgeleiteten Anforderungen, denen das Instrument genügen muß, noch einmal zusammenfassend beleuchtet werden.

Durch die Abbildung des Arbeitsablaufs aus subjektiver Sicht, mit Fokus auf die Arbeitsaufgabe des Befragten, legt IVA den Grundstein für die Entwicklung aufgabenorientierter Soft-

ware. IVA arbeitet mit einer Konstruktion aus strukturiertem Interview und Legetechnik. Damit können in direkter Interaktion mit dem Benutzer strukturierte Modelle der Aufgabe und des umgebenden Vorgangs erhoben und visualisiert werden. Die Verantwortung für die Darstellung der Modelle verbleibt beim Befragten. Dies wird gefördert durch den Schritt der konsensualen Validierung, das Nachfragen und die Konstruktion der Begrüßung. Zusätzlich zu den Mechanismen, die eine Verantwortungsübernahme für die Modellierung durch den Benutzer erleichtern, führt die Modellierung von alternativen Bearbeitungswegen, die Möglichkeit der Modellierung von Ist- und Soll- Abläufen sowie die Konzeption von IVA als ubiquitär einsetzbares Paper- Pencil- Verfahren dazu, daß IVA von den Benutzern für die Vorgangsgestaltung eingesetzt werden kann. Die Karten bei IVA ermöglichen auch den Einsatz im Zusammenhang mit Moderationstechniken an der Pinwand, was die Vorgangsgestaltung in der Verantwortung der betroffenen Aufgabenträger erleichtert. Die Mitarbeiterbeteiligung erhöht die Chance für eine präventive und prospektive Gestaltung der Arbeit. Natürlich kann die Vorgangsmodellierung nicht ein hauptsächlicher Faktor für die menschengerechte Gestaltung von Arbeit sein (vgl. Frei, Duell & Baitsch, 1984). An dieser Stelle sind also objektive Voraussetzungen für die Vorgangsgestaltung durch die Mitarbeiter gegeben. Für IVA als Instrument der Modellierung der subjektiven Vorgangsmodelle ist jedoch die Wahrnehmung der Befragten entscheidend. Deshalb muß überprüft werden, ob diese Chancen zur Arbeitsgestaltung von den Mitarbeitern wahrgenommen werden.

Die Semantik und die Syntax von IVA sind klar definiert (vgl. Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold, 1995). IVA besteht aus den sieben Elementen Arbeitsschritt, Vorbedingung, Gegenstand, Werkzeug, Eigenschaft, Verzweigung und Überschrift. Damit sind alle für die Objektorientierung geforderten Inhalte (vgl. Collins, 1995, S.163) abbildbar. Die Anzahl der Elemente ist überschaubar und somit leicht zu erlernen. Die Grundkonstruktion von IVA ist der Handlungsabschnitt, bestehend aus Ausgangsgegenstand, Vorbedingung, Arbeitsschritt, Werkzeug und Zielgegenstand. Bei den Elementen kann zwischen statischen und dynamischen Bausteinen unterschieden werden. Eine Frage, die in der Validierung von IVA zu klären sein wird, ist, ob die Anzahl der Elemente tatsächlich in der Praxis ausgenutzt wird, und ob die Beteiligten mit diesen sieben Grundelementen zurechtkommen.

Nach der Denkweise der Handlungstheorie (vgl. Kap. 4.1) läßt sich ein Handlungsabschnitt in feiner gegliederte Handlungsabschnitte auf einem höheren Detaillierungsniveau zergliedern. Diese können wiederum als Handlungsabschnitte in IVA modelliert werden. Dadurch wird mit IVA ein inkrementelles iteratives Vorgehen ermöglicht. Die Nachvollziehbarkeit der Iterationsschritte gewährleistet das bildhafte Vorhandensein der gelegten Modelle. Die Beteiligten können sich also wiederholt treffen, die Iterationen in den Vorgang integrieren und darüber kommunizieren.

Die Fragetechnik von IVA sorgt dafür, daß sowohl die Aufgabe als auch die Sichtweise des Aufgabenträgers auf die vor- und nachgelagerten Bereiche modelliert werden. Die Modellie-

rung der indirekten Bereiche und deren vorgangsbezogenen Leistungen sowie der Zusammenarbeit und der Kommunikationsflüsse runden das Modell ab und sorgen mit den alternativen Bearbeitungswegen in Vorgang und Aufgabe für Vollständigkeit. Dadurch wird aber nicht nur für ein besseres Verständnis des Ablaufs durch den Softwareentwickler gesorgt, sondern auch Gestaltungshinweise für den Vorgang gegeben (siehe oben), die sich aus unterschiedlichem Verständnis des Arbeitsablaufs zwischen den Aufgabenträgern ergeben können. Die Vollständigkeit des Modells wird auch durch die sechs Erhebungsphasen von IVA gewährleistet. In der Validierung von IVA soll der Aspekt der Vollständigkeit der Modelle aber noch einmal gesondert betrachtet werden.

Zusätzlich zur überschaubaren Menge an Elementen und zum einfachen Grundelement des Handlungsabschnitts leitet IVA die Datenerhebung durch zwei angepaßte strukturierte Interviewleitfäden für die „Erhebung des Vorgangsmodells“ und die „Vervollständigung des Vorgangsmodells“ an. Diese sorgen dafür, daß das Verfahren einfach durchzuführen ist und somit die Bereitschaft zum Einsatz dieser formalen Methode steigt. Allerdings wird vom Interviewer mehr verlangt, als nur Semantik und Syntax von IVA richtig einzusetzen. Zum einen muß er sich auf das sechsphasige Vorgehen von IVA einlassen, um die Vorteile der Methode richtig zu nutzen. Zum anderen gibt der Interviewleitfaden bei der Modellierung vor allem Vorschläge zu Fragen und Reihenfolgen, jedoch um universell einsetzbar zu bleiben, keine festgelegten Fragen. Deshalb kann das Verfahren mit einer halbtägigen Schulung erlernt werden, damit es mit Gewinn einsetzbar wird (vgl. Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold, 1995). An dieser Stelle werden vom Interviewer also doch spezielle Kenntnisse und Fertigkeiten erwartet, vom für das Modell verantwortlichen Befragten jedoch nicht. Es bleibt abzuklären, ob der Trade-off, dem Durchführenden mehr Kompetenz im Interviewen abzuverlangen, um die Erlernbarkeit für den Befragten leichter zu machen, gerechtfertigt ist.

Für die Überprüfung der internen Konsistenz der Modelle wird im Vorgehen von IVA besonders an drei Stellen gesorgt. Zum einen schließt jede der beiden Erhebungsphasen (Erhebung und Vervollständigung des Vorgangsmodells) mit einer gemeinsamen Überprüfung des Modells durch Interviewer und Befragten. Dann gibt es in der Phase der Ausarbeitung des Vorgangsmodells durch den Interviewer eine Reihe von Schlüsselfragen, die für die Konsistenzüberprüfung hilfreich sind. Schließlich sorgt auch die Phase der konsensualen Validierung für eine weitere Gewährleistung der internen Konsistenz, da hier das ganze Modell durch den Befragten und den Interviewer gemeinsam überprüft wird.

Der Aspekt der Effizienz des Verfahrens wird bei IVA in zweierlei Hinsicht berücksichtigt. Auf der einen Seite verzichtet IVA auf die verbale Erhebung und Ausarbeitung der Aussagen der Mitarbeiter (vgl. Kap. 2.3) und stellt den Ablauf direkt strukturiert dar. Die Steigerung der Effizienz liegt hier also in der Ersparnis von Transformationsschritten und der Vermeidung von Fehlern durch die Übertragung der Erkenntnisse während der Übersetzung. Auf der anderen Seite findet die Erhebung der Modelle im Kontakt mit den Aufgabenträgern innerhalb von

durchschnittlich zwei Stunden statt. Auf diese Weise kann der Aufwand für die Einbeziehung aller Beteiligten abgeschätzt werden und bleibt in einem vertretbaren Rahmen. Das Vorgangsmo­dell ist nach diesem Kontakt abgeschlossen und benötigt, im Gegensatz zur herkömmlichen Praxis der Interviews in der Softwareentwicklung, kein erneutes Nachfragen durch den Interviewer, wenn dieser bemerkt, daß wichtige Aspekte durch den Interviewten nicht zur Sprache kamen. Auch in dieser Hinsicht sorgt IVA für mehr Zeitersparnis.

6 Validierung von IVA

Die vorausgegangenen Kapitel zeigen auf, daß ein Instrument zur Erhebung von subjektiven Vorgangsmodellen die objektorientierte Softwareentwicklung sinnvoll unterstützen kann. In den vorigen Teilen der Arbeit wird dargestellt, welche Anforderungen das Instrument, für die Entwicklung von Software einerseits und für die Analyse und Gestaltung von Arbeit andererseits, erfüllen muß. Im darauf folgenden Kapitel wird IVA vorgestellt und mit den Anforderungen abgeglichen. In diesem Teil der Arbeit soll nun geklärt werden, inwieweit IVA als Instrument subjektive Vorgangsmodelle zutreffend erhebt. Außerdem bleiben, trotz des Abgleichs bei der Vorstellung des Instruments, Anforderungen an IVA offen, die sich aus der bisherigen Arbeit abgeleitet haben. Auch diese sollen empirisch überprüft werden.

6.1 Validierung von Modellen in der Softwareentwicklung

Bei der Validierung von Modellen, besonders von Spezifikationsmodellen, gibt es verschiedene Ansätze. Exemplarisch sollen an dieser Stelle drei der Ansätze vorgestellt werden, um zu verdeutlichen, wieso diese Wege für die Gütebewertung von IVA ungeeignet sind.

Biebow und Szulmann (1994) stellen eine Methode zur Validierung von Spezifikationen vor, bei der die Semantik des Modells auf Vollständigkeit, Inkonsistenzen und Doppeldeutigkeiten überprüft wird. Der Ansatz sieht vor, zuerst funktionale Anforderungen durch ein Tool automatisch aus natürlicher Sprache zu generieren, und im weiten Schritt an einer domänenspezifischen Wissensbasis zu überprüfen. Die Wissensbasis wird während des Aufbaus und der kontinuierlichen Erweiterung auf logische Konsistenz, Ungenauigkeiten und Doppeldeutigkeiten durch unterschiedliche Suchmaschinen überprüft. Da ein generisches Modell entsteht und kein subjektives, wird klar, daß die überprüften Anforderungen für IVA nicht zutreffen müssen. Das spezifische Wissen der Benutzer muß nicht logisch konsistent oder eindeutig voneinander abgrenzbar definiert sein.

Anderson, Beame, Burns, Chan, Modugno, Notkin und Reese (1996) beschreiten einen anderen Weg, indem sie die Spezifikationen eines Programms zur Flugsicherheit überprüfen. Hier werden die Spezifikationen zuerst in eine Input- Sprache für einen Modell- Überprüfer übersetzt, der mittels eines Algorithmus überprüft, ob Aussagen, die sich aus den Spezifikationen ableiten lassen, wahr oder falsch sind. Im letzteren Fall macht das System einen „wahren“ Vorschlag. Doch die Validierung bietet auch Nachteile, da die Autoren beschreiben, daß zur Überprüfung der Modelle extreme Rechenkapazitäten notwendig sind. Zum anderen ist für IVA nicht der objektive Wahrheitsgehalt von Aussagen, die sich aus dem Modell ableiten lassen, von Bedeutung, da die subjektive Sichtweise der Befragten erhoben werden soll.

Bonfatti und Pazzi (1995) beschreiben die Modellbildung als Anwendung von Funktionen. Als Voraussetzung ihres Modells definieren sie Objekte wie folgt:

“Let O be the set of objects that correspond to the things in set I . We postulate $(\)$ a representation mapping from real- world things to objects; let this mapping function be $r(\)$: $r: I \rightarrow O$ ” (S. 893).

Konsequent weiter gedacht, läßt sich eine solche objektive Funktion der Modellbildung exakt ermitteln und die Gültigkeit sowohl von Abbildungsfunktion als auch von Modellergebnis anhand der Realität mathematisch überprüfen. Problematisch an diesem Ansatz ist jedoch, daß die Funktion/Funktionen, die zum Modell führen, unbekannt ist/sind. Da dieser Ansatz implizit davon ausgeht, daß es eine objektive Funktion gibt, bleiben Modellinkonsistenzen, die sich durch individuelle oder lokale Abweichungen der Abbildungsfunktion ergeben, Fehler des Modells. Da IVA jedoch die subjektive Sicht abbilden möchte, können unterschiedliche Anwendungen der Abbildungsfunktion für den Modellierenden, unabhängig vom objektiven Wahrheitsgehalt, subjektiv richtig sein.

Alle drei bis hierher genannten Ansätze zur Validierung von Modellen werden der Abbildung subjektiver Vorgangsmodele von IVA nicht gerecht. Sie sind alle für objektive und generische Modelle geeignet, nicht jedoch für subjektive. Statt dessen müssen andere Bewertungsmaßstäbe herangezogen werden.

Chien und Ho (1994, S. 222) dagegen versuchen Kriterien aus der Erzeugung wissensbasierter Systeme anzugeben. Diese vier grundlegende Kriterien, denen Wissensbasen genügen müssen, sind: „*completeness*“, d.h. Vollständigkeit der Wissensbasis; „*consistency*“, Konsistenz der einzelnen Elemente, d.h. ob die Elemente einzigartig in der Wissensbasis sind; „*compilability*“, die Kompilierbarkeit gewährleisten, indem gewährleistet wird, daß die Wissensbasis keine Zirkelschlüsse aufweist; „*subsumption*“, die Zuordnung überprüfen und Redundanzen aus der Wissensbasis zu entfernen. Mit diesem Ansatz sind zwar nicht die Methoden der Validierung genannt, wohl aber die Kriterien, denen ein Instrument genügen muß, damit es für den Einsatz für die Konstruktion von Wissensbasen tauglich ist. Diese Kriterien sind gleichermaßen zweckmäßig für die Prüfung der Einsatztauglichkeit eines Instruments für die Softwareentwicklung, wenn man unterstellt, daß das spezifische Wissen um die Arbeit für den Softwareingenieur ebenfalls in Form eines wissensbasierten Systems vorliegen muß, damit er ein optimales Programm erzeugen kann (vgl. Kap. 6.3.2). Die genannten Kriterien werden im Verlauf dieser Arbeit erneut aufgegriffen und dienen der Überprüfung von IVA (vgl. Kap. 6.2.3).

Zusammengefaßt betrachtet sind die Methoden der Validierung aus der Softwareentwicklung für IVA untauglich, die überprüften Kriterien jedoch sind von Belang. Da das Instrument nicht nur in der Softwareentwicklung verwurzelt ist, sondern genauso arbeitspsychologische Wurzeln hat, sollen im folgenden sozialwissenschaftliche Ansätze der Validierung betrachtet werden.

6.2 Validierung von sozialwissenschaftlichen Instrumenten

In der sozialwissenschaftlichen Forschung werden die meisten Untersuchungen mit einer quantitativen Methodik unter dem sogenannten normativen Paradigma (Spöhring, 1989) durchgeführt. Die übliche Vorgehensweise ist eine Überprüfung von Hypothesen im Sinne des kritischen Rationalismus (Popper, 1966). Das geschieht mit dem Ziel, Hypothesen zu falsifizieren oder vorläufig zu bestätigen. Diese Vorgehensweise entspricht dem normativen Paradigma. Danach gilt die Annahme, daß soziale Interaktion relativ unabhängig vom Kontext definiert werden kann, in dem Handlung stattfindet (Spöhring, 1989). Überträgt man dieses Paradigma auf die Validierung von sozialwissenschaftlichen Instrumenten, so muß die Forschung dazu also vor allem standardisierbar sein und reproduzierbare Ergebnisse bieten. Dadurch werden sozialwissenschaftliche Instrumente vorwiegend durch den Einsatz von quantitativen Methoden überprüft (Spöhring, 1989). Gerade deren Einsatz ist aber für die Überprüfung von Strukturlegetechniken unbrauchbar (Birkhan, 1992). Das führt dazu, daß die klassischen Gütekriterien für psychologische Instrumente bei IVA nicht greifen können und statt dessen andere, nämlich Kriterien für quantitative Verfahren, eingesetzt werden müssen. Dies soll im folgenden erläutert werden.

6.2.1 Klassische Testgütekriterien bei IVA

Die klassischen Testgütekriterien für sozialwissenschaftliche (aber auch andere) Testverfahren sind Objektivität, Reliabilität und Validität (Fisseni, 1980; Heidenreich, 1984; Bortz, 1985). Diesen Kriterien muß ein Verfahren üblicherweise genügen, damit es zur Gewinnung von Informationen über die Arbeit herangezogen wird. Dabei sind die Kriterien speziell auf ein quantitatives, normatives Paradigma zugeschnitten und lassen sich nur schwer auf IVA übertragen (siehe oben). Dennoch spielen sie für die Validierung von IVA aus zwei Gründen eine Rolle und sollen deshalb an dieser Stelle diskutiert werden: Zum einen sind sie die Grundlage für die Ableitung der Gütekriterien für qualitative Verfahren (vgl. Kap. 6.2.2). Zum anderen lassen sich auch aus qualitativen Untersuchungen quantifizierbare Ergebnisse erzielen. Diese sollen im folgenden auch unter den Aspekten der klassischen Testgütekriterien betrachtet werden.

6.2.1.1 Objektivität

Unter Objektivität wird folgendes verstanden: „In der Testpsychologie das Ausmaß, in dem ein Testergebnis in Durchführung, Auswertung und Interpretation unabhängig ist vom Testleiter; die Objektivität wird als Übereinstimmung zwischen den von mehreren unabhängigen Testleitern erstellten Testergebnissen identischer Probanden meist korrelationsstatistisch bestimmt (Bartussek, 1987, S.1500)“. Objektivität sollte für ein Verfahren in den Phasen der Durchführung, Auswertung und Interpretation gewährleistet sein. Bei der Durchführung ist damit insbesondere die Vermeidung des sog. Versuchsleitereffektes gemeint, d.h. die Unab-

hängigkeit der Ergebnisse der Untersuchung vom Versuchsleiter soll gegeben sein. Von Objektivität bei der Auswertung und Interpretation wird dann gesprochen, wenn verschiedene auswertende Personen zu den gleichen Ergebnissen kommen.

Für IVA ist das Kriterium aus zwei Gründen kritisch. Zum einen ist die korrelationstechnische Messung der Gleichheit zweier Modelle nicht unproblematisch. Dafür muß ein spezielles Maß entwickelt werden, das die räumliche Struktur des Modells genauso berücksichtigt, wie mögliche Wechsel des Abstraktionsniveaus. Auch bleibt ein Interpretationsproblem, da die Abbildung des Vorgangs das operative Abbildsystem des Handelnden verändert (vgl. Kap. 4.1.1). Eventuelle Unterschiede der Modelle können also sowohl auf mangelnde Objektivität, als auch auf eine Veränderung der Wissensbasis des Befragten zurückzuführen sein.

Zum anderen geschieht die Erstellung und Überprüfung der subjektiven Vorgangsmodele in einem Akt der konsensualen Validierung zwischen Interviewer und Interviewten (vgl. Kap. 5.3.4). Dabei beeinflusst die Zielsetzung der Befragung und das Verständnis des Interviewers das Modell. Dadurch ist die Datenerhebung mit IVA abhängig vom sozialen Umfeld und gehorcht nicht den Bedingungen des normativen Paradigmas (vgl. Kap. 6.2; vgl. Spöhring, 1989).

Allerdings spielen Aspekte der Objektivität in der besonderen Form für quantitative Instrumente für IVA eine Rolle (vgl. Kap. 6.2.2).

6.2.1.2 Reliabilität

Die Reliabilität „bezeichnet die Genauigkeit, mit der die Methode ein Merkmal mißt“ (Mikula, 1987, S. 1880). Bei der Bestimmung der Reliabilität lassen sich verschiedene Aspekte der Reliabilität unterscheiden, die sich auch auf die Art der Bestimmung der Reliabilität auswirken. Zum einen kann die Stabilität des Meßverfahrens bestimmt werden. Dieses geschieht durch Re- Test- Verfahren oder Testwiederholungsmethoden. Zum zweiten kann die Paralleltestreliabilität gemessen werden, die aufgrund der Korrelation von Meßergebnissen äquivalenter Meßmethoden bestimmt wird. Schließlich kann die interne Konsistenz des Verfahrens bestimmt werden, indem die split- half- Methode oder die Konsistenzanalyse verwendet werden.

Alle Arten der Reliabilitätsüberprüfungen sind für IVA unpassend. Die Überprüfung der Stabilität ist deshalb problematisch, weil die Modellierung das Modell des Befragten verändern kann (siehe oben). Für die Paralleltestreliabilität muß ein Instrument bestehen, das gleichwertig zu IVA funktioniert und äquivalente Modelle erzeugt. Eine Parallellform von IVA existiert jedoch nicht. Auch bei einer solchen Überprüfung müßte das Problem der Reaktivität des operativen Abbildsystems des Befragten durch die Modellierung umgangen werden, um interpretierbare Ergebnisse zu bekommen. Die Bestimmung der internen Konsistenz des Verfahrens kann nicht gelingen, da eine Konsistenzprüfung voraussetzt, daß es sich um ein eindimensionales, homogenes Merkmal handelt. Dieser Sachverhalt ist aber bei subjektiven Vorgangsmo-

dellen zweifelhaft. Ein split- half- Verfahren wiederum würde nicht zu vergleichbaren Teilen des Modells führen.

Auch bei der Bewertung der Zuverlässigkeit des Verfahrens müssen andere Maße zur Schätzung gefunden werden, die einem qualitativen Verfahren angemessener sind.

6.2.1.3 Validität

Unter der Validität oder Gültigkeit eines Tests wird „der Grad der Genauigkeit“ mit dem ein Test „dasjenige Persönlichkeitsmerkmal oder diejenige Verhaltensweise, das (die) er messen soll oder zu messen vorgibt, tatsächlich mißt“ (Lienert, 1969, S.14 zitiert nach Hübner, 1980, S.61). Grundsätzlich lassen sich zwei Arten der Validität unterscheiden. Unter interner Validität wird „erfaßt, inwieweit die Ergebnisse einer Untersuchung logisch eindeutig interpretierbar sind“ (Bortz, 1985, S.301). Die externe Validität „erfaßt, inwieweit die Ergebnisse einer Untersuchung generalisierbar sind“ (Bortz, 1985, S. 301).

Interessant für die Validierung von IVA ist nun der Grad der Genauigkeit, mit dem die subjektiven Vorgangsmodele der Benutzer erhoben werden. Zur Bestimmung der Validität sind vorwiegend drei Methoden üblich (Eggert, 1987, S. 2423):

Bei der externen Validierung wird das Instrument mit einem Außenkriterium verglichen (concurrent validity). Diese Methode ist für IVA problematisch, da das Vorgangsbild durch die Abbildung selbst beeinflusst wird. Eine andere Methode der Darstellung, als Außenkriterium verwendet, hat also das OAS des Vorgangs in eine andere Richtung verändert, als IVA das getan hätte. Außenkriterium und IVA als zu validierendes Instrument stellen also immer Weiterentwicklungen des internen Vorgangsmodell des Befragten dar, es gibt also keine „wahre“ Konstante, deren Varianzanteile in beiden Modellen zu finden sind.

Eine Extremgruppenvalidierung ist dann sinnvoll, wenn die Vorhersagefähigkeit eines Instrumentes (predictive validity) überprüft werden soll. Diese Art der Validierung ist für IVA nicht ohne vorherige Überarbeitung sinnvoll, da mit IVA keine Vorhersagen (z.B. über Auswirkungen der Arbeit) gemacht werden.

Die Testzwillingsmethode überprüft die Gültigkeit des Verfahrens mit Hilfe des gleichen Tests oder einer Testvariante. Dieses verbietet sich aber durch die Natur der Messung, die das interne Modell des Befragten beeinflusst (siehe oben), und dadurch, daß keine Parallelfom von IVA existiert.

Eine wichtige Form der Validität, denen die Modelle von IVA genügen müssen, ist die der Konstruktvalidität. Konstruktvalidität liegt dann vor, wenn aus dem Konstrukt empirisch überprüfbare Aussagen über Zusammenhänge dieses Konstruktes mit anderen Konstrukten theoretisch hergeleitet werden können und sich diese Zusammenhänge empirisch nachweisen lassen (Schnell, Hill und Esser, 1992). Das Problem bei der sozialwissenschaftlichen Definition der Konstruktvalidität ist die Forderung nach einer empirischen Überprüfbarkeit des Zu-

sammenhanges zwischen den Konstrukten. Diese empirische Überprüfung ist aufgrund der bildhaften Darstellung mit IVA schwer möglich und eine reine Quantifizierung wäre auch wenig sinnvoll.

Tatsächlich spielt das Problem der Messung dessen, was der Test zu messen vorgibt, dennoch eine Rolle. Doch auch für dieses Problem müssen für die Validierung von IVA andere Paradigmen gefunden werden.

6.2.1.4 Zusammenfassende Bewertung der klassischen Gütekriterien für IVA

Die Gütekriterien, denen sozialwissenschaftliche Instrumente genügen müssen, sind die der Objektivität, der Reliabilität und der Validität. Diesen Kriterien kann IVA nicht gerecht werden, da es sich bei der Abbildung von subjektiven Vorgangsmodellen um eine vorrangig qualitative Darstellung der Abläufe handelt. Die Abbildung selbst beeinflusst das Modell des Befragten, so daß dieses einerseits vom sozialen Kontext abhängig ist, in dem es erzeugt wurde. Andererseits steht das Modell nicht unverändert mehreren Messungen zur Verfügung, sondern jede neue Messung beginnt mit einem veränderten Modell des Vorgangs des Befragten. Das normative Paradigma und die daraus abzuleitenden Gütekriterien greifen also bei IVA nicht und müssen durch Gütekriterien für qualitative Instrumente ersetzt werden.

Dennoch sollen bei den geschilderten Untersuchungen zur Güte von IVA (siehe Kap. 6.3) auf einzelne der hier vorgestellten Gütekriterien verwiesen werden. Manche der Gütekriterien lassen sich nämlich so transferieren, daß IVA an diesen Konzepten gemessen werden kann.

6.2.2 Gütekriterien für qualitative Verfahren

IVA wurde zur bildhaften und strukturierten Abbildung von subjektiven Vorgangsmodellen entwickelt. Als solches sind die Modelle, die aus der Befragung mit IVA resultieren, kein quantitatives Testergebnis, sondern eine qualitative Beschreibung des betrieblichen Ablaufs aus Sicht der Aufgabenträger. Im vorigen Kapitel (Kap. 6.2.1) wurde gezeigt, daß die Bewertung von IVA nach Maßgabe der Gütekriterien der klassischen Testtheorie Objektivität, Reliabilität und Validität zu kurz greift. Für die Beurteilung von IVA sind andere Maßstäbe nötig, die speziell für die Bewertung qualitativer Verfahren gedacht sind. Tatsächlich gibt es noch keine so breit akzeptierten Gütekriterien für qualitative Instrumente.

Grundlage für die Überprüfung von IVA sollen die Kriterien der Güte für qualitative Instrumente von Mayring (1993) sein. Diese sind aus allgemeinen Überlegungen zur qualitativen Forschung abgeleitet (vgl. Kirk & Miller, 1986; Flick, 1987; Kvale, 1988). In diesen sechs verschiedenen Kriterien, die im folgenden vorgestellt werden, sind Aspekte der Objektivität, Reliabilität und Validität aufgegriffen. Diese Gütekriterien sind (Mayring, 1993):

- Verfahrensdokumentation
- Argumentative Interpretationsabsicherung
- Regelgeleitetheit

- Nähe zum Gegenstand
- Kommunikative Validierung
- Triangulation

Jeweils nach der Vorstellung der Kriterien wird kurz vorgestellt, wie das Gütekriterium bei IVA verwirklicht ist. Zur genaueren Definition der Verwirklichung vergleiche Cierjacks, Antoni, Resch und Mangold (1995).

6.2.2.1 Verfahrensdokumentation

Die Verfahrensdokumentation dient dazu, den Erkenntnisprozess nachvollziehbar zu machen. Andere Personen sollen dadurch die Gelegenheit erhalten, den Erkenntnisweg zu verstehen und Begründungen oder Alternativhypothesen zu den Ergebnisse entwickeln zu können (vgl. Kirk & Miller, 1986). Dieses gilt auch für den Interviewer selbst, der nach einer gewissen Zeit in der Lage sein muß, die Ergebnisse zu interpretieren. Die Verfahrensdokumentation gewährleistet somit die Möglichkeit, die Interpretation der Ergebnisse unabhängig vom Versuchsleiter durchführen zu können. Sie stellt also die Voraussetzung für die Objektivität der Interpretation dar. Meyring (1983) gibt drei Bereiche an, in denen eine genaue Dokumentation nötig ist:

- Explikation des Vorverständnisses.
Dieses dient zum Festschreiben der Ausgangsbedingungen und des Auftrags.
Bei IVA wird die Anforderung durch das Vorgehen in der ersten Phase der Untersuchung gewährleistet (vgl. Kap. 5.3.1; Abb. 30). Die Befragungsziele und -hypothesen müssen in dieser Phase expliziert und dokumentiert werden, nicht zuletzt um mit den Vorgesetzten und dem Betriebsrat die Untersuchung durchsprechen zu können. Dabei wird auch das Vorwissen des Untersuchers über den Vorgang explizit durchgesprochen, da genau festgelegt werden muß, welche Beteiligten gefragt werden.
- Zusammenstellung des Analyseinstrumentariums.
An dieser Stelle wird die Untersuchung dadurch nachvollziehbar gemacht, daß alle Instrumente, mit denen gearbeitet wurde, offen gelegt werden.
IVA hat ein festes Analyseinstrumentarium, das sich aus den Symbolen für die Legetechnik und dem genauen Interviewleitfaden zusammensetzt. Dieses Instrumentarium ändert sich nicht und ist somit fester Bestandteil des Verfahrens. Werden Änderungen durch den Interviewer für nötig befunden, so gibt es eine vorgesehene Erhebungsphase, in der die Veränderungen des Instruments eingebaut werden können (vgl. Kap. 5.3.1). Auf diese Weise ist auch für Änderungen das Gütekriterium der Zusammenstellung des Analyseinstruments während des Untersuchung gewährleistet.
- Durchführung und Auswertung der Datenerhebung.
Die Dokumentation der Durchführung ist bei IVA immer durch den Plan des Vorgangs, der während der Erhebung erstellt wird, gegeben. Für die Auswertung der Pläne des Vorgangs ist es wichtig, wie bei allen qualitativen Verfahren, zuvor die Kriterien, nach denen ausge-

wertet wird, zu dokumentieren. Um die Umstände der Untersuchungssituation auch für nicht bei der Untersuchung Anwesende nachvollziehbar zu machen ist es außerdem ratsam, ein Gedächtnisprotokoll der Untersuchungssituation anzufertigen.

6.2.2.2 Argumentative Interpretationsabsicherung

Das Kriterium der argumentativen Interpretationsabsicherung dient dazu, die Durchführung und Auswertung des Instruments nachvollziehbar zu machen. Dieses Gütekriterium entspricht inhaltlich der Objektivität von Durchführung und Interpretation (vgl. Kap. 6.2.1). Die Absicherung der Interpretation durch Argumente sorgt nämlich dafür, daß Außenstehende die Schritte und Schlußfolgerungen verstehen können, die während der Untersuchung gemacht werden. Damit wird die Untersuchung von Versuchsleitereffekten unabhängiger.

Zu diesem Gütekriterium gehört, daß Interpretationen bei qualitativen Verfahren nicht einfach behauptet werden dürfen, sondern sie müssen argumentativ abgesichert und schlüssig sein. Auch Brüche in den erarbeiteten Modellen müssen aufgezeigt und schlüssig gedeutet werden. Außerdem ist es wichtig, nach Alternativdeutungen zu suchen und eine Überprüfung der Thesen anzustellen (vgl. Terhart, 1981; Becker & Geer, 1979).

Argumente für eine These oder Interpretation lassen sich mit IVA immer anhand der Abläufe innerhalb der Pläne belegen und überprüfen. Hypothesen, die sich nach dem ersten Befragungsteil ergeben, werden im Rahmen der zweiten Befragung überprüft. Es ist also auch möglich, Hypothesen schon während der Untersuchung zu überprüfen und gegebenenfalls zu verifizieren. Bei IVA gibt es zwei Phasen, die speziell der Dokumentation und Argumentation gewidmet sind. Es handelt sich um die „Ausarbeitung des Vorgangsmodells durch den Interviewer“ und um die „Dokumentation der Struktur durch den Interviewer“. An dieser Stelle im Ablauf werden die erarbeiteten Modelle einerseits dokumentiert und andererseits anhand bestimmter Leitfragen überprüft und damit mit Argumenten versehen.

Bei der Interpretation der erhobenen Vorgänge mit IVA ist immer zu berücksichtigen, daß es sich um die subjektive Sicht des Befragten über den Vorgang handelt. Für Untersuchungen, deren Gesamtziel z.B. die Umstrukturierung eines gesamten Bereiches ist, genügt es deswegen auch nicht, nur eine einzige Person zu befragen, sondern es müssen mehrere Personen, die in dem Bereich arbeiten, befragt werden.

Zusätzlich kann die Befragung mit IVA in einem iterativen Prozeß stattfinden, so daß bestehende Hypothesen in der Iteration immer neu überprüft werden können.

6.2.2.3 Regelgeleitetheit

Ein weiteres Gütekriterium für qualitative Verfahren ist die Regelgeleitetheit. Für die Durchführung des Verfahrens müssen Regeln existieren, die für eine Unabhängigkeit vom Versuchsleiter sorgen. Oevermann, Allert, Kronau und Krambeck (1979) berichten, daß die Interpretationen am Ende des Erkenntnisprozesses einheitlicher und zutreffender werden, wenn

man systematisch ein schrittweises und sequentielles Vorgehen einhält. Die Regeln müssen eindeutig und widerspruchsfrei sein. In diesem Gütekriterium steckt der gleiche Gedanke wie bei dem Kriterium für quantitative Verfahren der Objektivität der Durchführung. Andererseits transportiert die Anforderung nach Regelgeleitetheit auch das Gütekriterium der Reliabilität des Verfahrens in der Hinsicht, daß die Regeln die Zuverlässigkeit der Abbildung erhöhen. Dies gilt sowohl dafür, daß Regeln bei wiederholter Abbildung (Re- Testung) als auch bei zeitlichem Abstand zwischen den Modellierungen (Stabilität) für mehr Übereinstimmung zwischen den Modellen sorgen.

Für IVA gilt, daß es eindeutige Regeln für die Semantik und Syntax der Modelle gibt. Auf Regeln zum Vorgehen während der Untersuchung wurde bei der Entwicklung von IVA besonderer Wert gelegt. Das äußert sich in den detaillierten Anweisung zum Vorgehen, Semantik und Syntax im Handbuch und im Interviewleitfaden. Außerdem wurde eine standardisierte Schulung für das Verfahren erstellt (vgl. Cierjacks, Antoni, Resch & Mangold, 1995). Somit soll auch in einem gewissem Ausmaß eine Vergleichbarkeit der Daten über verschiedene Interviewer hinweg gewährleistet sein. Zusätzlich sind die Anwender von IVA angewiesen, sich über die Anwendung von IVA in Anwendergruppen auszutauschen.

6.2.2.4 Nähe zum Gegenstand

„Gegenstandsangemessenheit, Nähe zum Gegenstand ist ein Leitgedanken qualitativ- interpretativer Forschung, aber auch jeder anderen Art von Forschung“ (Mayring, 1993, S. 111). Dieses Qualitätskriterium bedeutet, daß die qualitative Methode möglichst nahe an der Alltagswelt der befragten Subjekte angesiedelt sein soll. Damit ist zum einen eine räumliche Nähe zum Alltag der Befragten gemeint, nämlich z.B. nicht im Labor zu forschen, sondern am Arbeitsplatz. Dabei soll die Ausdrucksform der Untersucher den Befragten angepaßt sein. Qualitative Forschung will an konkreten sozialen Problemen ansetzen und Forschung für die Betroffenen machen. Nähe zum Gegenstand bedeutet auch, ein offenes gleichberechtigtes Verhältnis zwischen Interviewer und Befragten zu erzeugen. All diese Maßnahmen dienen dazu, sicherzustellen, daß genau das erhoben wurde, was man erheben wollte, sorgen also für die Validität des Verfahrens.

IVA sieht den Befragten als Experten für seine Aufgabe. Um eine Interessenübereinstimmung mit den Befragten zu erreichen, ist es wichtig, diese zu Beginn der Untersuchung genau über das Zustandekommen des Auftrags und das Ziel zu informieren. Ohne diesen Schritt wäre es schwierig, die angestrebte Transparenz und die Mitarbeit bei der Gestaltung des Vorganges durch den Befragten zu erreichen. Die Modellierung mit IVA findet im Arbeitsumfeld der Interviewpartner statt, und der Interviewleitfaden ist so angelegt, daß die Befragung im Wortlaut dem Sprachgebrauch der Interviewten angepaßt werden kann. Außerdem sorgt IVA dafür, daß sich beide Partner auf dem gleichen (Experten-) Status im Rahmen der Befragung treffen.

Der Softwareentwickler als Interviewender ist Experte für das Modellieren, der Befragte ist Experte für die Arbeitssituation, die modelliert werden soll.

6.2.2.5 Kommunikative Validierung

Mit kommunikativer Validierung ist gemeint, daß die Gültigkeit der Ergebnisse dadurch überprüft wird, daß sie den Betroffenen nochmals vorgelegt und mit ihnen diskutiert werden. Finden sich die Befragten in den Modellen und Interpretationen wieder, so kann das ein wichtiges Argument zur Absicherung der Ergebnisse sein (vgl. Scheele & Groeben, 1988). Mayring (1993, S.111) betont das Dilemma des Interviewers bei der kommunikativen Validierung, einerseits nicht in den subjektiven Bedeutungsstrukturen des Befragten steckenzubleiben (ausschließlich das, was der Interviewpartner für richtig hält, ist auch richtig), andererseits dem Beforschten Kompetenz und Gleichberechtigung zum Forscher zuzubilligen (vgl. Groeben & Scheele, 1977). Die kommunikative Validierung ist, wie der Name schon sagt, dem Qualitätskriterium der Validität, hier vor allem der Inhaltsvalidität verpflichtet. Für subjektive Modelle ist die kommunikative Validierung dann ein gangbarer Weg, wenn man sich entscheidet, den Spezialistenstatus des Befragten für seine Sichtweise ernst zu nehmen. Dann gibt es keine Alternative für die Überprüfung, ob das Ergebnis der Messung das ist, was man messen wollte, als den Befragten selbst diese Entscheidung treffen zu lassen.

Bei IVA wird dieses Gütekriterium mittels einer konsensualen Validierung erreicht (vgl. Groeben & Scheele, 1988; Kap. 4.3.2.4 und 5.3.5.3). Dieses Vorgehen umgeht das Dilemma das daraus entsteht, wenn die Untersuchung einerseits dazu tendiert, in der Perspektive der Befragten verhaftet zu bleiben, und andererseits den Interviewten als gleichberechtigten Partner begreifen soll. Die konsensuale Validierung versteht ein Modell als valide, wenn sich beide Beteiligte darüber einig sind, daß der Interviewer die Angaben des Befragten richtig verstanden hat. Bei IVA ist der zweite gemeinsame Erhebungsschritt zwischen Befragtem und Interviewer der konsensualen Validierung gewidmet. Er dient der Überprüfung, Ergänzung und der Klärung offener Fragen, um das gemeinsame Verständnis des Vorgangsmodells sicherzustellen. Zusätzlich bietet die Schulung für die Interviewer die Möglichkeit an, die grundlegenden Verhaltensweisen für ein Verstehen des Befragten zu trainieren (vgl. auch Rogers, 1972).

6.2.2.6 Triangulation

Ziel der Triangulation ist es, sich dem Erkenntnisziel aus mehreren Richtungen, mit verschiedenen Instrumenten zu nähern. Die Qualität der Forschung wird durch die Bündelung verschiedener Analyseschritte und verschiedener Methoden vergrößert (Fielding & Fielding, 1986). Dabei kommt es nicht darauf an, mit den verschiedenen Methoden und Instrumenten immer zu dem gleichen Ergebnis zu kommen, sondern vielmehr auf eine Ergänzung der verschiedenen Methoden, um am Ende zu einem vollständigen Bild zu gelangen. Die Ergebnisse der verschiedenen Perspektiven können verglichen, Stärken und Schwächen des jeweiligen Analysewegs können aufgezeigt und schließlich zu einem kaleidoskopartigen Bild zusam-

mengesetzt werden. Eine völlige Übereinstimmung der Ergebnisse aus den verschiedenen Analysewegen ist jedoch nicht beabsichtigt. Auf diese Weise bietet das Qualitätskriterium Triangulation Aspekte der Reliabilität, nämlich die Erhöhung der Meßgenauigkeit durch die Verwendung verschiedener Methoden. Dadurch kann der „wahre“ Sachverhalt besser eingegrenzt werden. Und die Triangulation befriedigt Aspekte der Validität, in dem die verschiedenen Methoden eine bessere Annäherung an die Konstruktvalidität des erarbeiteten Modells ermöglichen.

Bei IVA ist dem Kriterium der Triangulation vor allem durch die Konstruktion aus Strukturlegetechnik und Interviewtechnik genüge getan. Außerdem verläuft die Datenerhebung mit IVA, wie gefordert, in mehreren Analyseegängen, insofern als zur Untersuchung sechs Phasen durchlaufen werden müssen (vgl. Abb. 30). Erst durch dieses phasenhafte Vorgehen werden die Methoden Interview und Strukturlegetechnik einerseits mit den explorativen Komponenten der Vorbereitungs- und Überprüfungsphase andererseits verwoben.

6.2.3 Überprüfungsbedarf für IVA

Das Analyseinstrument IVA wurde konstruiert, um subjektive Vorgangsmodelle bildhaft darzustellen. Die Konzeption des Instruments wurde so gestaltet, einerseits den speziellen Anforderungen zur Benutzerbeteiligung in der objektorientierten Softwareentwicklung zu genügen. Andererseits ist mit IVA ein qualitatives Instrument entstanden, das auch den Gütekriterien für qualitative Instrumente entsprechen muß.

Nachdem die Kriterien, denen IVA genügen muß, vorgestellt worden sind und diese mit der Konstruktion von IVA in Beziehung gesetzt worden sind (vgl. Kap. 5.4 und 6.3.1 bis 6.3.4), gibt es noch einen Überprüfungsbedarf für das Instrument. Im Sinne des kritischen Rationalismus (Popper, 1966) sollen an dieser Stelle daraus Prüfkriterien abgeleitet werden, die in den darauf folgenden Schilderungen der empirischen Untersuchungen überprüft werden sollen. Zuerst wird noch einmal kritisch beleuchtet, ob IVA die Kriterien für qualitative Verfahren erfüllt, dann werden aus den Anforderungen für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung und paralleler Arbeitsgestaltung die fehlenden Prüfkriterien abgeleitet.

6.2.3.1 Thesen zur Verfahrensdokumentation

Zur Verfahrensdokumentation gehört die Explikation des Vorverständnis, die Zusammenstellung des Analyseinstrumentariums und die Dokumentation von Durchführung und Auswertung der Datenerhebung (vgl. Kap. 6.2.2.1). Jedes dieser drei Kriterien wird von IVA berücksichtigt. Allerdings sind die Auswirkungen, die durch die Konstruktion von IVA bezüglich dieses Qualitätskriteriums erreicht werden, unklar.

Die Verfahrensdokumentation dient dazu, das Verfahren nachvollziehbar zu machen und damit die Voraussetzung für Unabhängigkeit von Versuchsleitereffekten zu schaffen. Wenn also

die Verfahrensdokumentation bei IVA ausreichend berücksichtigt wurde, dann muß These P1 gültig sein:

P1 Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.

6.2.3.2 Thesen zur argumentativen Interpretationsabsicherung

Die argumentative Interpretationsabsicherung soll die Ergebnisse der Untersuchung nachvollziehbar und die Erkenntnisse von Versuchsleitereffekten unabhängig machen. Für IVA ist die Absicherung der Interpretation weniger von Belang, da das Verfahren keine Bewertung oder Schlußfolgerung bietet, sondern vielmehr eine Beschreibung des Vorgangs. Dennoch sorgt das Verfahren durch die Regeln zur Durchführung dafür, daß das Modell des Vorgangs als Hypothese des Interviewers überprüft und durch Argumente abgesichert wird (vgl. Kap. 6.2.2.2).

Die Frage, die überprüft werden muß, ist also vor allem, ob die argumentative Absicherung dazu beiträgt, daß die Ergebnisse verschiedener Interviewer vergleichbar sind. Damit kann auch diese Anforderung mit Prüfkriterium P1 (siehe oben) untersucht werden.

6.2.3.3 Thesen zur Regelgeleitetheit

Dem Gütekriterium der Regelgeleitetheit entspricht IVA vor allem dadurch, daß das Vorgehen, die Syntax und die Semantik festgelegt sind. Da auch die Regelgeleitetheit das Verfahren von Interviewereffekten unabhängig machen soll, läßt sich durch die Überprüfung des Prüfkriteriums P1 (siehe oben) mittelbar belegen, ob die Regeln ausreichend sind.

Allerdings lassen sich Prüfkriterien ableiten, die eine Prüfung der Syntax und Semantik viel direkter klären. So sind zwar die Anzahl und Sorte der Elemente mit Bedacht nach den Bedürfnissen für die objektorientierte Softwareentwicklung ausgewählt worden. Trotzdem ist fraglich, ob die Befragten auch mit allen Elementen oder mit der Kombination der Elemente zurechtkommen. Für die Regeln, die die "Sprache" von IVA betreffen müssen also noch Prüfkriterien formuliert werden, die eine Überprüfung ermöglichen.

P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend.

P3 Die Elemente sind eindeutig definiert.

P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.

6.2.3.4 Thesen zur Nähe zum Gegenstand

Das Kriterium der Nähe zum Gegenstand wird bei IVA durch den Befragungsort, die Interviewsprache, aber auch durch die Rollenverteilungen zwischen Interviewer und Befragten, das Vorgehen und zusätzlich durch Schulungen garantiert. Dadurch bietet IVA eine Fülle von Maßnahmen, um die Einbeziehung der Mitarbeiter zu garantieren. Es bleibt aber unklar, ob

diese Konstruktionen dazu beitragen, daß sich die Befragten auch gleichberechtigt einbezogen fühlen. Dieses soll an der Prüfkriterium P5 überprüft werden.

P5 Die Befragten werden bei der Befragung mit IVA gleichberechtigt einbezogen.

6.2.3.5 Thesen zur kommunikativen Validierung

Das Gütekriterium der kommunikativen Validierung wird von IVA mittels des Vorgehens zur konsensualen Validierung erzielt. Die Modelle sind also valide, weil sie dasjenige abbilden, worauf Interviewer und Befragter sich geeinigt haben. Das Vorgehen vermeidet, in der Perspektive des Interviewten verhaftet zu bleiben, und nimmt gleichzeitig den Befragten in seiner Spezialistenrolle ernst. Tatsächlich ist es der Interviewpartner, der sich bei IVA überzeugt, daß der Interviewer ihn richtig verstanden hat. Dieses Vorgehen stärkt auch die Nähe zum Gegenstand (siehe oben). Allerdings muß ein Modell, auf das sich die Beteiligten einigen konnten, nicht notwendigerweise der realen Arbeitsweise entsprechen.

An dieser Stelle müssen jedoch mehrere Dinge berücksichtigt werden. Dabei ist eine Übereinstimmung mit dem Abbild des Auftrags nebensächlich, da IVA die Aufgabe modellieren soll. Da die Aufgabe dem subjektiv reformulierten Auftrag entspricht (Ulich, 1994, vgl. Kap. 2.6.1), sind Abweichungen zwischen Auftrags- und Aufgabenbild schlecht interpretierbar. Die Form der Arbeit, die in der Realität durchgeführt wird, ist Inhalt des objektiven Vorgangsmodells. IVA soll das subjektive Modell der Arbeit abbilden, da die subjektiven Handlungsspielräume und Erklärungs- bzw. Übersetzungsmuster der Interaktion mit der Maschine (vgl. Kap. 4.1) einen wichtigen Einfluß auf die Anforderungen der Benutzer an die Software haben. Die objektiv durchgeführte Arbeit kann also auch nur ein suboptimaler Indikator für die Güte der Abbildung sein.

An dieser Stelle gilt es andere Möglichkeiten der Abbildung des subjektiven Vorgangsmodells zu finden, um die folgende These überprüfen zu können:

P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab.

6.2.3.6 Thesen zur Triangulation

Die Triangulation dient, wie die kommunikative Validierung auch, der Überprüfung ob das Modell abbildet, was es soll. Für die Triangulation gilt es ähnliche Methoden zu finden, um Aufschluß über das subjektive Vorgangsmodell des Befragten zu finden. Die Güte der Triangulation kann auch durch Überprüfung des Prüfkriteriums P6 abgeprüft werden.

Allerdings läßt die Triangulation andere Wege der Annäherung an den beforschten Gegenstand ausdrücklich zu. Dabei sollen andere Methoden durchaus zu keinem deckungsgleichen Ergebnis oder am direkten Gegenstand selbst durchgeführt werden. Wenn das objektive Modell Rückschlüsse auf das subjektive Vorgangsmodell zuläßt, ist die Triangulation am Ver-

gleich der beiden Abbildungen durchaus interessiert. Gleiches gilt für die tatsächliche Arbeitsdurchführung, die durch die Annäherung an das subjektive Modell zum Erkenntnisgewinn beitragen kann.

6.2.3.7 Anforderungen für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung

Viele der Anforderungen an IVA, die sich für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung ergeben haben, konnten im Kapitel 5 bei der Beschreibung der Konzeption des Instruments berücksichtigt werden. Allerdings bleiben noch Anforderungen offen, bzw. es bleibt offen ob die Konstruktionsprinzipien tatsächlich die Anforderungen befriedigen (vgl. Kap. 5.4).

Für die Eignung von IVA für die Objektorientierung muß das Instrument für das iterative Vorgehen taugen. Dazu muß der gleiche Sachverhalt sich in immer genaueren Details beschreiben lassen. Dieser Sachverhalt kann anhand von These 7 abgeprüft werden:

P7 IVA kann die Abläufe auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden.

Mögliche Unschärfen von Syntax und Semantik werden mit den Prüfkriterien P1-P4 bereits überprüft. Auf diese Weise bleiben noch zwei Sachverhalte übrig, die noch einer Prüfung bedürfen. Dies ist zum einen die Anforderung, daß IVA ein Hilfsmittel zur Arbeitsgestaltung durch die Betroffenen selbst sein soll. Diese Forderung soll anhand des Prüfkriteriums 8 verifiziert werden:

P8 Chancen für die Arbeitsgestaltung werden von den Mitarbeitern genutzt.

Die Bereitschaft, ein strukturiertes Verfahren zur Analyse in der Softwareentwicklung einzusetzen steigt, wenn der Einsatz einfach ist, also wenige Vorkenntnisse erfordert (vgl. Kap. 3.2). IVA kommt zwar auf der Seite des Interviewten mit minimalen Kenntnissen aus, auf der Seite des Interviewers allerdings werden relativ hohe Gesprächsführungs-, Moderations- und Modellierungskompetenzen vorausgesetzt. Dieses ist in so hohem Maße der Fall, daß zusätzlich zur Handanweisung auch eine Schulung entwickelt wurde. Die Frage, die bei der Validierung von IVA zu klären ist, lautet, ob sich dieses Abwägen der Kompetenzanteile zugunsten der leichten Handhabbarkeit beim Befragten gelohnt hat. Ziel der Entwicklung des Instruments war es ja, daß alle Beteiligten das Gefühl haben, IVA leicht einsetzen zu können. Dieses soll an der These 9 gemessen werden.

P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.

Schließlich muß auch beachtet werden, daß das Verfahren Softwareentwickler auf der einen Seite und die zukünftigen Benutzer auf der anderen Seite in gleicher Weise durch das Modellieren profitieren läßt. Es muß also für die „Fairneß“ des Verfahrens gesorgt werden, die Modellierenden müssen, unabhängig von der Vorkenntnis in der strukturierten Abbildung von

Vorgängen, die gleichen Chancen haben, ein zutreffendes Modell zu erzeugen. Dieses soll mit dem Prüfkriterium P10 überprüft werden.

P10 Das Instrument sorgt unabhängig von den Vorkenntnissen für Chancengleichheit bei der Abbildung von Vorgängen.

6.3 Empirische Befunde zu IVA

In den vorausgegangenen Kapiteln wurde aufgezeigt, welchen Anforderungen IVA genügen muß und an welchen Punkten noch ein Überprüfungsbedarf besteht. Zu diesem Zweck sind Prüfkriterien formuliert worden, die in den folgenden Kapiteln auf ihre Richtigkeit geprüft werden sollen.

Die geschilderten Untersuchungen folgen mehrheitlich dem qualitativem Forschungsparadigma. Damit tritt die Situation ein, daß sowohl IVA, als Instrument, das validiert werden soll, den Qualitätskriterien von Mayring, (1993; vgl. Kap. 6.3) verpflichtet ist, als auch die Erforschung der Güte des Instruments selbst diesen Kriterien folgt. Bei der Prüfung von IVA handelt es sich also um eine qualitative Validierung und nicht um eine quantitative.

Die vier geschilderten Untersuchungen erfolgten in einem Zeitintervall von fünf Jahren, von 1993 bis 1998. Die hier beschriebenen Untersuchungen erfolgten in Zusammenarbeit mit Daimler-Benz im Rahmen des Projekts „Computerunterstützte Vorgangsanalyse“, mit Novartis im Projekt „Führung und Zusammenarbeit“ und als Forschungsaktivitäten an den Universitäten Mannheim und Karlsruhe. In einer der vier Untersuchungen wird IVA eingesetzt, um die Entwicklung einer objektorientierten Software zu unterstützen. Es handelt sich dabei um die Untersuchung „MIKE trifft IVA“ (vgl. Kap. 6.3.2). Bei den anderen drei empirischen Überprüfungen werden Teilaspekte der Softwareentwicklung betrachtet, die der Bewertung von IVA bezüglich der abgeleiteten Prüfkriterien dienen.

Die Untersuchungen, die zur Annahme oder Ablehnung der Güte der Prüfkriterien (vgl. Kap. 6.2.3) führen sollen, werden nach einheitlichem Muster geschildert: Zuerst werden der Untersuchungsrahmen und die Fragestellung geschildert und mit einzelnen in diesem Zusammenhang zu prüfenden Gütekriterien in Beziehung gebracht. Dann wird die Methode der Untersuchung erläutert. Schließlich werden die Ergebnisse dargestellt und interpretiert.

6.3.1 Erste Tauglichkeitsüberprüfungen

Nachdem IVA als Verfahren theoretisch abgeleitet worden war und die Ansätze des Vorläuferinstruments Daten- Erhebungs- Instrument (DEI; Mangold-Allwinn, Antoni, König & Eisenecker, 1994; Mangold-Allwinn, Antoni, & Eisenecker 1995) eingearbeitet waren, wurde es in der Anfangsphase der Konstruktion von IVA nötig, das Instrument in der Praxis zu erproben.

Viele Details, wie die IVA- Methode aussehen sollte, waren vor der ersten Überprüfung im Feld noch unklar. Zwar stand der Ablauf der Datenerhebung schon fest (vgl. Kap. 5.3), nicht bekannt jedoch war, wie Mitarbeiter im Betrieb auf den Interviewleitfaden reagieren würden. Erste Voruntersuchungen im universitären Kontext hatten zu einer Einleitung, zu einer Erklärung der Strukturlegetechnik und zu einer Fragestruktur geführt, die nun am betrieblichen Vorgang überprüft werden sollte.

Für diese Prüfung mußte ein geeignetes Probiefeld ausgesucht werden. Dazu boten sich zwei Projekte an, eines im Omnibusbau bei der Mercedes- Benz AG in Mannheim und ein weiteres in der Motorenfertigung bei der gleichen Firma in Stuttgart- Untertürkheim.

In der Blechteileproduktion im Omnibusbau in Mannheim wurden teilautonome Arbeitsgruppen eingeführt, und im Rahmen dieses Prozesses sollten die Schnittstellen zur Produktion neu gestaltet werden. Dabei sollte untersucht werden, ob weitere Tätigkeitsinhalte in die Gruppen integriert werden konnten, unter anderem die Erstellung von Programmen für die CNC- Maschinen aus der Arbeitsvorbereitung. In der Motorenfertigung in Untertürkheim war die Frage, ob die Montagemitarbeiter durch das bestehende Informationssystem die Informationen bekamen, die sie tatsächlich benötigten (vgl. Resch, 1996). Für die Klärung dieser Frage und die Visualisierung der Abläufe wurde eine passende Methode gesucht und so kam es zum Einsatz von IVA.

6.3.1.1 Fragestellung

Ziel der Untersuchung von Aufgaben aus der CNC- Programmierung in der Arbeitsvorbereitung und der Produktion war, die Abbildbarkeit von einem breiten Spektrum von Arbeiten mit dem Computer durch IVA auszuprobieren. Bei allen Vorstudien und theoretischen Überlegungen wurde immer von klassischen kaufmännischen Verrichtungen oder von Bürotätigkeiten ausgegangen, die als Mensch- Maschine- Schnittstelle den Farbmonitor, die QUERTY- Tastatur (Thomas, 1972; vgl. Michaels, 1971) und die Maus nutzt. Die Arbeitsplätze der Arbeitsvorbereitung mit CAD- Arbeitsplätzen und jene an den CNC- Maschinen der Blechteileproduktion unterschieden sich stark von den bisher bei der Entwicklung bedachten Arbeitsbedingungen. In der Motorenmontage war eine Interaktion mit dem Informationssystem nur als ein Auswahlprozeß zwischen vier verschiedenen Bildschirmdarstellungen vorgesehen. Auch gab es in diesem Umfeld die Möglichkeit, mehrere Mitarbeiter mit dem gleichen Auftrag zu untersuchen. Dabei wurde konkret das Ziel angestrebt, den Interviewleitfaden und die Elementenanzahl zu überprüfen. Dies sollte möglichst nahe am Gegenstand des Interesses passieren, um die Gütekriterien qualitativer Forschung zu beachten.

Prüfkriterien der ersten Tauglichkeitsüberprüfung	
P1 <i>Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.</i>	
P2 <i>Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend.</i>	X
P3 <i>Die Elemente sind eindeutig definiert.</i>	X
P4 <i>Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.</i>	X
P5 <i>Die Befragten werden bei der Befragung mit IVA gleichberechtigt einbezogen.</i>	
P6 <i>IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab.</i>	X
P7 <i>IVA kann die Abläufe auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden.</i>	
P8 <i>Chancen für die Arbeitsgestaltung werden von den Mitarbeitern genutzt.</i>	
P9 <i>Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.</i>	
P10 <i>Das Instrument sorgt unabhängig von den Vorkenntnissen für Chancengleichheit bei der Abbildung von Vorgängen.</i>	

Zum Zeitpunkt der ersten Tauglichkeitsüberprüfungen stand die Menge der notwendigen Elemente noch gar nicht fest. Die Autoren zu Struktur- Lege- Techniken (vgl. Scheele & Groeben, 1988; Scheele, 1992; Birkhan, 1992) gingen von einer größeren Anzahl von nötigen Modellierungsprimitiven aus, als sie in IVA vorgesehen war. Anzahl und Art der aus dem DEI (Mangold-Allwin, Antoni, König & Eisenecker, 1994) übernommenen Elemente mußten für IVA ausprobiert werden. Dieses sollte mit Prüfkriterium P2 (vgl. oben) untersucht werden.

Für Kriterium P3 war relevant, daß die Definition der Elemente bisher nur im Kontext von Büroarbeit erprobt wurde. Es war unklar, ob die Unterschiede zwischen den Modellierungsprimitiven auch für Mitarbeiter aus dem Produktionsbereich oder für Ingenieure an CAD- Rechnern stringent sein würden.

Für die Erprobung der Kombination der Elemente diente der Überprüfung von Kriterium P4. Dafür war besonders die Gruppe der Produktionsmitarbeiter interessant, die alle keine Übung im Abbilden von Abläufen hatten, gleichzeitig aber durch die Einführung von Gruppenarbeit in der Blechteilefertigung, bzw. Durchführung einer Gruppenaufgabe in der Motorenfertigung, einen zunehmenden Bedarf an Visualisierungstechniken bekamen. An dieser Stelle sollte die Untersuchung helfen, Kompetenzen der Befragten zu entwickeln und zu üben.

Für die Untersuchung des Gütekriteriums P6 war entscheidend, daß es zwei Auftragnehmer für die Arbeitsvorbereitung und drei Auftragnehmer in der Produktion an zwei baugleichen Blechstanzen gab. Dabei war die Überschneidung der Aufgabenmodelle als ein Resultat aus

der Korrektheit der Darstellung und aus der tatsächlichen Überschneidung der Aufgaben anzusehen. Damit war für die Untersuchung auch interessant, in welcher Beziehung Auftrag und Aufgabe standen.

In der Motorenfertigung ergab sich ein anderer Aspekt der Vollständigkeit und des Zutreffens. Hier sollte geprüft werden, ob sich auch gemeinschaftliche Abbilder der Gruppenaufgabe mit mehreren Mitarbeitern erzeugen ließen.

6.3.1.2 Methode

Die Untersuchung der Programmieraufgaben von zwei Mitarbeitern der Arbeitsvorbereitung und drei weiteren Arbeitern aus der Blechteilefertigung fand im Sommer 1994 über zwei Monate verteilt im Omnibuswerk Mannheim und im Herbst 1994 an weiteren zwei Monaten im Motorenwerk Stuttgart- Untertürkheim statt.

Für die Untersuchung wurde jeweils eine IVA- Version verwendet, die zwar über die Elemente Arbeitsschritt, Gegenstand, Werkzeug, Vorbedingung, Verzweigung und Eigenschaft verfügte, bei der die Überschriften aber noch fehlten. Auch wurde bei den Gegenständen mit der Trennung zwischen materiellen Gegenständen, wie z.B. Maschinenteilen, und virtuellen Gegenständen, wie bspw. Informationen oder Dateien, experimentiert. Beim Erfragen der Elemente wurde eine feste Reihenfolge vorgegeben, nämlich die Abfolge aus Gegenstand, Vorbedingung, Arbeitsschritt, Werkzeug und Gegenstand.

Die Mitarbeiter wurden alle mit IVA in unmittelbarer Nähe ihres Arbeitsplatzes untersucht. Die Arbeitsvorbereiter konnten ihre Modelle in ihrem Büro erstellen, die Mitarbeiter der Produktion wurden in den Gruppenbesprechungsräumen befragt, um die unmittelbare Nähe zum Arbeitsplatz zu erhalten. Für die Befragung der Produktionsmitarbeiter im Omnibuswerk wurde nur die Teiltätigkeit des Programmierens der Maschine abgebildet, alle anderen Teiltätigkeiten wurden vernachlässigt. Bei allen anderen Interviewpartnern wurden alle Teiltätigkeiten der Arbeitsaufgabe untersucht.

Im Omnibuswerk wurden drei parallele Programmierungen an der Blechschneide und zwei Arbeitsvorbereiter im Abstand von jeweils drei Werktagen untersucht. In der Motorenmontage wurden zwei Schichtgruppen befragt, die jeweils drei Gruppenmitglieder, darunter den Gruppensprecher, in das Interview schickten. Die Auswahl der Versuchspersonen geschah nach der maximalen Ähnlichkeit der Aufträge. Zur Sicherstellung dieser Vergleichbarkeit der Aufträge wurde in Mannheim vorab eine objektive Tätigkeitsanalyse durchgeführt, in Untertürkheim genügte zur Gewährleistung der Auftragsähnlichkeit die Tatsache, daß es sich bei beiden Gruppen um Schichtgruppen handelte. Modelliert wurde jeweils nur der Teil der Tätigkeit, der mit den parallel untersuchten vergleichbar war. Die Befragung mit IVA fand so statt, daß neben dem Interviewer ein Beobachter zugegen war, der die Modellierung auf im Verlauf auftretende Probleme oder Besonderheiten hin beobachtete. Zusätzlich wurde mit den Interviewpartnern aus Mannheim ein kurzes qualitatives Interview über Verbesserungsmög-

lichkeiten der Methode geführt. Die Befragung der Arbeitsvorbereiter dauerte etwa eineinhalb Stunden, die der Mitarbeiter an den Blechschneidemaschinen etwa eine halbe und die Beschäftigten der Motorenmontage ungefähr drei Stunden.

P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend

In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, heraus zu finden, ob Elemente überflüssig waren oder ob weitere benötigt wurden. Dazu wurden die Beobachtungen, die während des Interviews gemacht wurden, im Anschluß an die Befragung durch den Interviewer und den Beobachter auf eine Änderung der Elementenanzahl überprüft. Außerdem wurden in einem zweiten Schritt die Modelle selbst auf Beschreibungen untersucht, die nicht mittels der Modellierungsprimitiven erzeugt worden waren.

Für die Prüfung des Gütekriteriums war entscheidend, daß in der verwendeten IVA- Version nicht alle Elemente der aktuellen Version auftauchen. In einer Untersuchung in der Motorenmontage wurde eine zusätzliche Modellierungsprimitive gebraucht. Überprüft werden sollten allerdings die Elemente der aktuellen IVA- Version. Die Güte des Kriteriums sollte dann für IVA verworfen werden, wenn entweder aktuelle Elemente durchgängig in einem der drei Untersuchungsumfelder nicht gebraucht wurden, oder, wenn sie nicht in der damaligen Version vorhanden waren und auch nicht vermißt wurden. Andererseits sollte das Gütekriterium von IVA dann nicht erfüllt werden, wenn in den Modellen Sachverhalte vorkommen, die sich nicht mit den aktuellen Karten modellieren lassen.

P3 Die Elemente sind eindeutig definiert.

Für jeden der drei Untersuchungsbereiche wurde eine Inhaltsanalyse der Modelle erstellt, mit dem Ziel, Sachverhalte aufzuspüren, die in den vergleichbaren Abbildungen mit unterschiedlichem Karten modelliert wurden. Zusätzlich wurden alle Unklarheiten, die während der Erhebung auftreten, protokolliert und mit den Unterschieden der Modelle in Beziehung gesetzt. Das Kriterium wird von IVA dann nicht erfüllt, wenn gleiche Sachverhalte mit unterschiedlichen Karten beschrieben, oder wenn starke Unklarheiten über Elemente während des Modellierens auftreten würden.

P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.

Bei der Prüfung dieser These kam der Beobachtung während des Modellierungsprozesses eine große Bedeutung zu. Dabei wurde das Verhalten der Versuchspersonen bei der Abbildung der Abläufe zusätzlich durch den Beobachter protokolliert. Außerdem wurden in einem zweiten Schritt am fertigen Modell alle Teiltätigkeiten, die Unterschiede zwischen den Modellen aufwiesen, auf mögliche Doppeldeutigkeiten der Darstellung geprüft. Dem Gütekriterium wurde nicht genügt, wenn sich unsichere Versuchspersonen beobachten oder mehrdeutige Abbildungen für den Ablauf finden ließen.

P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab.

Die verschiedenen Modelle aus den drei Untersuchungsbereichen werden dazu einer Inhaltsanalyse unterzogen. In der ersten Auswertungsrunde wurde untersucht, ob bestimmte Sachverhalte nur in einem Modell vorkommen. Eine Abweichung zwischen den Abbildungen sprach für eine unterschiedliche Aufgabe oder für die Unvollständigkeit des Modells. Um die Alternativen zu unterscheiden, wurden die Versuchspersonen bei der Rückmeldung der Ergebnisse bei den ihnen fehlenden Abbildungsteilen dazu befragt, ob diese Arbeit im Modell vergessen wurde oder nicht Bestandteil der Aufgabe war. Wenn die Teiltätigkeit in der Abbildung schlicht vergessen wurde, dann wurde entschieden, daß das Gütekriterium durch IVA nicht erfüllt wird.

6.3.1.3 Ergebnisse

Im folgenden sollen die Ergebnisse der Untersuchung zusammen getragen und dargestellt werden.

6.3.1.3.1 Ergebnisse zum Prüfkriterium P2

Die Überprüfung der richtigen Anzahl der Elemente von IVA geschah mit verschiedenen Versionen des Instruments, die mit unterschiedlichen Elementzahlen arbeiteten.

In der Version, die in Mannheim verwendet wurde, war es vorgesehen, daß Vorbedingungen und Arbeitsschritte gemeinsam auf einem Element notiert werden. Außerdem gab es kein Element für Überschriften.

Die IVA- Version aus Stuttgart hatte ebenfalls kein getrenntes Element für Vorbedingung und Arbeitsschritt sowie keine Karte für Überschriften. In diesem Fragebogen waren statt dessen gegenständliche Inhalte, in zwei Elemente aufgeteilt, die einen sind reale, berührbare Gegenstände, die anderen, virtuellen Gegenstände werden als Informationen modelliert.

Der Vergleich der verschiedenen Modelle ergab, daß alle angebotenen Modellierungsprimitiven auch von allen Befragten benutzt wurden (vgl. Tab. 2). Das bedeutet, alle aktuellen Elemente von IVA, die den Probanden zur Verfügung standen, wurden auch in der damaligen Version benutzt.

Die Frage, die sich nun stellte, war, ob es Inhalte in den Modellen gab, die mit aktuellen Karten nicht abgedeckt werden konnten. Bezüglich der Überschriften zeichneten sich alle Modelle, die unterschiedliche Teiltätigkeiten umfaßten, dadurch aus, daß einige der Modellteile im Laufe der Modellierung mit einer Überschrift versehen worden waren. So wurden drei der sechs Teiltätigkeiten aus den zwei Modellen der Arbeitsvorbereitung und acht der vierundzwanzig Teile des Ablaufs der Motorenmontage mit Titeln beschrieben. Üblicherweise beschrieben diese Titel die Teiltätigkeit als Arbeitsschritt (z.B. „Abwicklung machen“ „Urlaub und Freischicht planen“). Neun Titel wurden auf Karten für Arbeitsschritte modelliert, die restlichen Titel sind direkt auf das Papier notiert worden.

Genutztes Element:	vor- handen in MA	Arbeitsvorbe- reitung Mann- heim (n=2)	Blechteileferti- gung Mann- heim (n=3)	Vor- han- den in S	Motorenmonta- ge Stuttgart (n=2)
Gegenstand	X	2	3	G/I	2/2
Arbeitsschritt	X	2	3	X	2
Werkzeug	X	2	3	X	2
Vorbedingung		-	-	X	1
Eigenschaft	X	2	3	X	2
Verzweigung	X	2	2	X	2
Überschrift		-	-		-

Tabelle 2: Anzahl der Modelle in denen die Modellierungsprimitiven von IVA genutzt wurden (X= Element vorhanden; G =Gegenstand vorhanden; I = Informationselement vorhanden).

Auch die Vorbedingungen wurden von den Modellierenden vermisst. So wurde die größte Gruppe von Vorbedingungen auf Eigenschaftskarten modelliert (n = 42). Insgesamt gab es in den sieben Modellen 51 Stellen, die einfacher durch das Element „Vorbedingung“ modelliert hätten werden können (vgl. Tab. 3). Die Angaben wurden zu verschiedenen Gruppen sortiert: Die Angaben zu den Verantwortlichen (z.B. „vom Gruppensprecher auszuführen“; „4 Mitarbeiter“) kamen in den Modellen aus der Motorenmontage häufig vor, da nicht alle Teile des Ablaufs von allen Mitarbeitern durchgeführt wurden und es kein Element gab, auf dem die Verantwortlichen zu notieren waren. Unter Ereignisse wurden z.B. „bei Motorenfehler“ subsumiert, bei Angaben über Zeiten z.B. „täglich“ „ab zehn Minuten Stillstand“. Unter der Rubrik Anzahl kam z.B. „2 mal“, „bis 3 Wiederholungen“ erfaßt, bei Angaben über Orte kam „am Bildschirm“ oder „am Nacharbeitsplatz“.

Die Auswertung der Beobachtungen ergab, daß genau an den Stellen, an denen die Tätigkeit durch Zusammenfassungen strukturiert werden sollte und dann, wenn bestimmte Aktionen nur unter besonderen Voraussetzungen geschehen sollten, Probleme auftauchten. Zu diesen Zeitpunkten war den Probanden nicht klar, welche Elemente für die Abbildung des Vorgangs geeignet waren. Oft entschlossen sie sich nach längerem Zögern oder Diskutieren mit dem Interviewer dazu, Vorbedingungen auf Eigenschaftskarten zu vermerken oder Überschriften auf Arbeitsschrittelelementen, ohne dieses stringent in den Modellen durchzuhalten. Diese Konfusionen kamen bei der Anwendung der anderen Elemente, die nun Bestandteil von IVA sind, nicht vor.

Besondere Schwierigkeiten machte die Unterscheidung in Informationen und reale, anfaßbare Gegenstände. An dieser Stelle wurden immer wieder Klärungen und Nachfragen erforderlich, die das Modellieren schwierig machten.

	AV auf Eigen- schafts- kärtchen	MM auf Eigen- schafts- kärtchen	MM auf dem Plan
Angaben über Verantwortliche		23	
Angaben über Ereignisse		5	4
Angaben über Zeiten		4	
Angaben über Anzahl	2		1
Angaben über Orte	4	4	4
n =	6	36	9

Tabelle 3: Anzahl der Sachverhalte, die in Vorbedingungen abgebildet werden können (AV = Arbeitsvorbereitung Mannheim; MM = Motorenmontage Stuttgart)

Die Ergebnisse sprechen dafür, daß Überschriften und Vorbedingungen für die Abbildung des Vorgangs notwendig sind. Sie sprechen gegen eine Trennung von realen und virtuellen Gegenständen. Bei der Nutzung der Elemente, die der Versuchsversion und der aktuellen Form von IVA gemeinsam sind, gab es keine Probleme.

6.3.1.3.2 Ergebnisse zum Prüfkriterium P3

Bei der Überprüfung der Eindeutigkeit der Definition der Elemente mußten aus den Abbildungen der Aufgaben zuerst jene Teilaufgaben herausgesucht werden, die bei gleichem Auftrag von allen Auftragnehmern durchgeführt wurden (vgl. Abb. 31). Dabei konnten Teile der Modelle nicht in die Auswertung mit aufgenommen werden. Für diese Teiltätigkeiten gab es keine Vergleichsmöglichkeiten.

Die Anteile der Modelle, die nicht zu den anderen Abbildungen in Beziehung gesetzt werden konnten, war unterschiedlich groß (vgl. Tab. 4). Die verschiedenen Umfänge der Modelle kamen dadurch zustande, daß die Befragten andere Kompetenzen bei der Ausführung indirekter Tätigkeiten (in der Reihenfolge der Häufigkeiten: Reparaturen, Wartung, Dokumentation, Nacharbeit, Selbststeuerung) wahrnahmen.

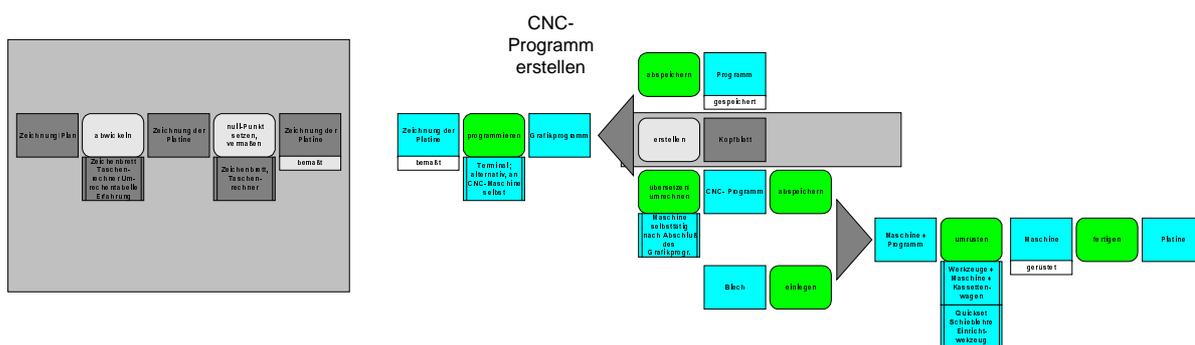


Abbildung 31: Beispiel für den Ablauf „CNC Programm erstellen“ in der Blechteilefertigung Mannheim. Bereiche, die eine gemeinsame Aufgabe aller drei Interviewpartner zeigen, sind nicht markiert, die bei der dieser Proband keine Überschneidungen in der Aufgabe mit den beiden anderen Aufgabenträgern hatte, sind grau unterlegt.

In den Modellen aus der Blechteilefertigung und der Arbeitsvorbereitung waren keine Inhalte zu finden, die in den jeweils anderen Abbildungen mit anderen Elementen modelliert wurden. Dort, wo Unklarheiten während des Interviews auftraten, wurden die Abbildungen dennoch parallel gestaltet. Zu diesen Unsicherheiten wurden nämlich im überwiegenden Teil auch die Vorschläge des Interviewers zu möglichen Abbildungsalternativen protokolliert und befolgt. Auf diese Weise war die Abbildung an unklaren Stellen durch das jeweils erste Modell der Auftragsumsetzung geprägt.

	Blechteilefertigung Mannheim	Arbeitsvorbereitung Mannheim	Motorenmontage Stutt- gart
Elementenanzahl ge- meinsame Aufgabe	Modell I: 22 Modell II: 24 Modell III: 22	Modell I: 80 Model II: 81	Modell I: 127 Model II: 123
Elementenanzahl ei- gene Aufgabe	Modell I: 13 Modell II: 8 Modell III: 11	Modell I: 11 Model II: 32	Modell I: 71 Model II: 104
Anzahl der Kategori- en der Inhaltsanalyse	15	65	79
Gesamtzahl der Kar- ten im Modell	Modell I: 35 Modell II: 32 Modell III: 33	Modell I: 91 Model II: 113	Modell I: 198 Model II: 227

Tabelle 4: Anzahl der verwendeten Karten pro Modell in den gemeinsamen Teilaufgaben und den unterschiedlichen Aufgabenteilen.

In der Motorenmontage wurden Inhalte mit verschiedenen Elementen modelliert, obwohl sie inhaltlich vergleichbar waren. In den beiden Modellen gab es drei und zwei Punkte, an denen die Elemente Gegenstand und Information nicht stringent benutzt wurden. Hier wurden im einen Modell die berührbaren Gegenstände „Begleitzettel“ und „Prüfprotokoll“ als „Informationen“ beschrieben, der „Fehlerzettel“ jedoch als Gegenstandselement. Im Vergleichsmodell ist das „Prüfprotokoll“ ein „Gegenstand“, der „Fehlerzettel“ jedoch eine Information. An dieser Stelle wurde sowohl innerhalb der Abbildungen, als auch zwischen den Modellen die Trennung zwischen „Informationen“ und „Gegenständen“ nicht konsequent durchgeführt. Dort wo diese Fehler auftraten, wurden keine Unsicherheiten während der Abbildung durch den Beobachter protokolliert.

Auch die Betrachtung der Erprobungsreihe als Ganzes offenbarte die unterschiedliche Nutzung von Elementen für den gleichen Sachverhalt. Während bei den Modellen aus Mannheim die Bezeichnung von Teiltätigkeiten (2 Bezeichnungen bei $n = 5$ Modellen) durch Elemente für Arbeitsschritte geschah, wurden sie in Stuttgart (15 Bezeichnungen bei $n = 2$ Modellen) durch Gegenstands- oder Informationselemente abgebildet. Hier traten während der Abbildung auch Unsicherheiten auf, mit welcher Modellierungsprimitive diese Sachverhalte am besten abzubilden seien. Die Auswahl erfolgte nach längerer Diskussion zugunsten des Vorschlags der Modellierenden.

Die Überprüfung der damaligen IVA- Version ergab eindeutige Ergebnisse dafür, daß dem Gütekriterium nicht genügt wird. Die Elemente waren in der damaligen Fassung des Instruments nicht eindeutig formuliert. Dies galt jedoch ausschließlich für die Bezeichnung der Überschriften und die Trennung zwischen Gegenständen und Informationen. Diese Probleme fanden sich bei „Arbeitsschritten“, „Werkzeugen“, „Verzweigungen“ und „Eigenschaften“ nicht. Für diese Elemente war die Definition eindeutig, da sich keine Anzeichen für eine Nichterfüllung des Gütekriteriums bei diesen Modellierungsprimitiven finden ließen.

6.3.1.3.3 Ergebnisse zum Prüfkriterium P4

Die Kombination der Elemente wurde durch die Beobachtung des Modellierungsprozesses und durch die Überprüfung der Abbildungen auf eventuelle Doppeldeutigkeiten untersucht. Unklarheiten traten während der Modellierung dann auf, wenn Abläufe nur unter bestimmten Bedingungen erfolgen (Blechteilefertigung Mannheim (MA): Auftreten (a) $a = 1$; Motorenmontage Stuttgart (S): $a = 8$), wenn Arbeitsschritte im Ablauf wiederholt oder zyklisch durchlaufen werden mußten (Arbeitsvorbereitung MA: $a = 2$) oder wenn es alternative Bearbeitungswege gab (Arbeitsvorbereitung MA: $a = 2$; Motorenmontage S: $a = 4$). Außerdem gab es Unklarheiten, was das Strukturieren der Teiltätigkeiten betraf (Arbeitsvorbereitung MA: $a = 2$). Dort hätten die Befragten den Teiltätigkeiten gerne eine Überschrift gegeben, dazu gab es aber durch die Elemente keine Möglichkeit.

Probleme wurden auch mit der Abfolge der Modellierungsprimitiven während der Befragung offenkundig. Bei fünf der sieben Modelle hatten die Befragten Schwierigkeiten mit dem Wechsel der Elemente während der Abbildung, um einen Handlungsabschnitt nach dem anderen darzustellen. Sie wollten lieber zuerst die Arbeitsschritte, dann die Zwischenergebnisse usw. modellieren.

Die Prüfung der Modelle ergab keine Doppeldeutigkeiten der Darstellungen.

Für die Version von IVA, mit der die Abbildungen gemacht wurden, wird das Gütekriterium nicht erfüllt, da die Befragten Schwierigkeiten damit hatten, bedingte Abläufe, Zyklen oder alternative Bearbeitungswege darzustellen. Diese Probleme traten aber nicht bei der Kombination der Schnittmenge der Elemente aus damaliger und heutiger Version auf. Auch gab es keine Probleme bei der Kombination der Modelle zum Handlungsabschnitt (vgl. Kap. 5.2.2).

6.3.1.3.4 Ergebnisse zum Prüfkriterium P6

Die wichtigste Erkenntnis der Überprüfung der Vollständigkeit der Aufgabenmodelle anhand des Vergleichs von Aufgaben aus gleichen Aufträgen ist, daß die Arbeit der Befragten alles andere als deckungsgleich war (vgl. Tab. 4; Abb. 31).

Der Vergleich der Abbildungen wurde anhand einer Inhaltsanalyse vorgenommen. Für die beiden Modelle der Blechteilefertigung mußten fünfzehn Kategorien gebildet werden, für die Arbeitsvorbereitung 65 und für die Motorenmontage 79. Dabei wurde für jeden abgebildeten Sachverhalt des gemeinsamen Auftrags eine inhaltliche Kategorie geschaffen. Von Vollständigkeit des Modells wurde dann gesprochen, wenn alle Befragten eines Bereichs in ihrem Modell den Inhalt zu allen Kategorien abgebildet hatten.

Einzig bei den beiden Abbildungen der Arbeitsvorbereitung waren die Benennungen der einzelnen Elemente des Vorgangs stark unterschiedlich (vgl. Abb. 32). Bei den anderen Elementen waren die Gegenstände, Werkzeuge und z.T. die Arbeitsschritte überwiegend deckungsgleich benannt.

Es gab in den Abbildungen der gemeinsamen Aufgaben keine Kategorie, die nicht durch alle der vergleichbaren Modelle ausgefüllt wurde. Jeder Teil der Aufgabe, der mit anderen Modellen vergleichbar war, wurde in jedem Modell abgebildet. Die Darstellungen der Aufgaben waren also vollständig.

Bei der Rückmeldung der Ergebnisse wurden die Befragten aus der Blechteilefertigung und aus der Arbeitsvorbereitung mit den Aufgabenteilen, die sie nicht modelliert hatten, konfrontiert und danach befragt, ob sie diese Aufgaben nicht erfüllten. Dabei ergaben sich keine Anhaltspunkte dafür, daß Aufgabenteile bei der Abbildung vergessen worden waren, bzw. nicht hatten modelliert werden können.

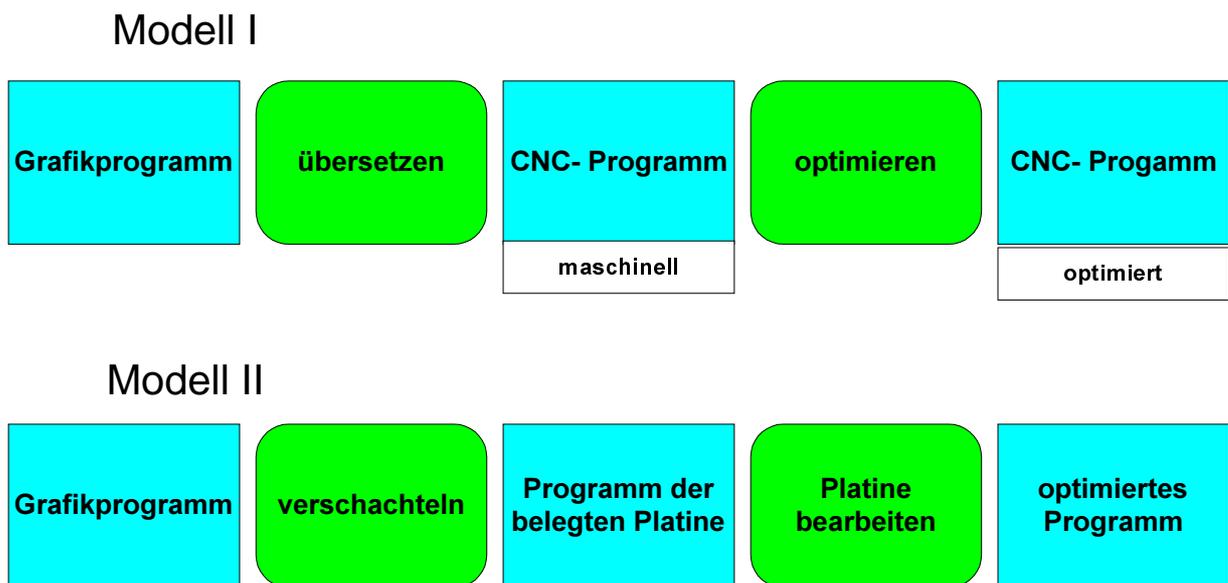


Abbildung 32: Elemente der gleichen Kategorien aus der Arbeitsvorbereitung: Modelle I und II mit stark unterschiedlichen Benennungen.

6.3.1.4 Diskussion

Die Erprobung von IVA wurde bereits in der Konstruktionsphase des Instruments an verschiedenen Arbeitsplätzen durchgeführt. Diese Arbeitsplätze waren sehr unterschiedlich, von einer Montagetätigkeit in Gruppenarbeit, über die CNC- Programmierung direkt an der Maschine mit dem Fertigen der Teile, bis hin zur geistigen Arbeit, dem Umsetzen des geplanten Teils in rohstoffsparende CNC- Programme.

Bei der Untersuchung der Prüfkriterien trat das Problem auf, daß die Daten mit einer Version von IVA gewonnen wurden, die aufgrund der Erfahrungen aus diesen Versuchen erneut überarbeitet worden ist. Die Erkenntnisse aus den Ergebnissen gelten also primär der damaligen Version und müssen erst auf das heutige Instrument übertragen werden. Diese Tatsache erschwert die Interpretation und erfordert den Abgleich der Erkenntnisse mit weiteren, im folgenden durchgeführten Untersuchungen.

Die Überprüfung der Anzahl der Elemente ergab, daß in der damaligen Version Elemente zur Modellierung von Überschriften und Vorbedingungen fehlten, eine Trennung zwischen Gegenständen und Informationen dagegen mit Schwierigkeiten behaftet war. Bei der Abbildung von Gruppenprozessen fehlte ein Element, mit dem die Ausführenden oder Verantwortlichen für die Arbeitsschritte aufgezeigt werden konnten (zur Erprobung eines Instruments zur Abbildung von Gruppenarbeit vgl. Cierjacks & Menzel, 1996). All diese Ergebnisse sprechen dafür, daß die Anzahl und Art der Elemente im Instrument nicht zutreffend waren. Allerdings traten keine Probleme mit Elementen auf, die auch in der aktuellen Form von IVA gebräuchlich sind. Der damalige Mangel an Modellierungsprimitiven, die in der jetzigen Fassung gebräuchlich sind, die Überflüssigkeit der Trennung in Gegenstand und Information, sowie das

Fehlen von Problemen mit noch gebräuchlichen Elementen kann als Beleg für die Auswahl der richtigen Elemente gewertet werden, die sich schließlich auch theoretisch herleiten lassen (vgl. Kap. 3).

Auch die These, daß die damalige IVA- Version über eindeutig definierte Elemente verfüge, mußte fallen gelassen werden. So gab es einerseits Elemente, die sich schwierig abgrenzen ließen (Information und Gegenstand), andererseits Sachverhalte, für die es keine Karte gab, so daß andere Modellierungsprimitiven zur Abbildung zweckentfremdet wurden (Überschriften; Vorbedingungen). Hier ergab sich das gleiche Bild, wie bei der Prüfung des vorigen Kriteriums: IVA brauchte eine Veränderung der verfügbaren Elemente, um zu einer eindeutigeren Semantik zu kommen. Für die heutige Version bedeutet dieses Ergebnis allerdings einen Gewinn, wenn die damaligen Probleme während des Modellierungsprozesses nicht mehr auftauchen.

Die Kombination der Elemente litt ebenfalls unter dem Fehlen zweier wichtiger Elemente. Gerade das Modellieren von Tätigkeiten, die bei bestimmten Voraussetzungen ausgeführt werden, von alternativen Bearbeitungswegen, von Zyklen im Ablauf oder das Strukturieren der Aufgabe in Teilaufgaben (vgl. Kap. 6.3.1.3.3) gelingt leichter, wenn die Elemente „Vorbedingung“ und „Überschrift“ vorgesehen sind. Auch diese Ergebnisse stützen die aktuelle Form von IVA, weisen auf der anderen Seite jedoch nach, daß die damalige Form des Instruments nicht über eine ausreichende Syntax verfügte, eben weil es nicht genug Modellierungsprimitiven gab.

Für die Vollständigkeit der Modelle ergaben sich aus der Überprüfung sehr gute Daten. Auch wenn nur Teilbereiche der Aufgabenmodelle vergleichbar waren, weil sich jeder Aufgabenträger andere Bereiche des Auftrags herausgeschnitten hatte, konnten jedem Inhalt des zu untersuchenden Modells ein Inhalt der Vergleichsmodelle zugeordnet werden. Auch konnte geprüft werden, daß kein Aufgabenteil vergessen wurde, der eventuell im Vergleichsmodell vorkam. Jeder Aufgabenträger konnte sich von den Teiltätigkeiten des Vergleichsmodells, die er nicht modelliert hatte, überzeugen und bestätigen, daß diese Arbeit nicht Teil der eigenen Beschäftigung war.

Es zeigte sich aber auch in den Ergebnissen, besonders aus der Blechteilefertigung, daß die Auftragsanalyse alleine nicht ausreicht, da sich die verschiedenen Mitarbeiter der Gruppe aus dem gleichen Auftrag ganz unterschiedliche Teile als Aufgabe herausgeschnitten hatten. In der Motorenfertigung waren die Gruppenaufgaben nahezu deckungsgleich, da alle Bereiche des Auftrags bearbeitet wurden. Für die Bearbeitung mit IVA zeigte sich, daß das Erstellen des Vorgangsmodells auch mit mehreren Personen kein Problem darstellte (vgl. Cierjacks & Menzel, 1996).

Für IVA ist die Vollständigkeit der Abbildungen insofern von Bedeutung, als sie ein Indiz für die Richtigkeit des zweifachen Befragens der Aufgabenträger, insbesondere der konsensualen Validierung darstellt. Bei der Reihenfolge der Fragen zeigten sich zwar viele Interviewpartner

durch die Reihenfolge der Nachfragen nach den einzelnen Modellelementen verunsichert. Dabei war besonders der ständige Wechsel zwischen den einzelnen Karten irritierend, die einzelnen Fragen führten jedoch zur Vollständigkeit der Modelle.

Die Strategie der Erkenntnisgewinnung, durch die Beobachtung während des Befragungsprozesses einerseits und den Vergleich der resultierenden Modelle andererseits, hat sich in der ersten Tauglichkeitsüberprüfung bewährt. Auch hat sich die Inhaltsanalyse als Mittel zum Vergleich zwischen den Modellen als nützlich erwiesen. Durch die Kategorienbildung lassen sich Ähnlichkeiten des Ablaufs auch bei unterschiedlicher Benennung auffinden (vgl. Abb. 32). Andererseits ist von bestimmten Vergleichen abzuraten. Trotz der Tatsache, daß die parallelen Aufgaben nach einer objektiven Arbeitsanalyse nach gleichen Aufträgen ausgesucht wurden, sind die tatsächlichen Tätigkeiten der Befragten nicht deckungsgleich. Unterschiede zwischen den Modellen können in einem solchen Fall entweder an fehlerhaften oder unvollständigen Abbildungen liegen oder daran, daß die Befragten tatsächlich verschiedene Aufgaben wahrnehmen. Im vorliegenden Fall lagen die Unterschiede vorrangig in der Übernahme oder dem Weglassen von Teiltätigkeiten. Wenn die Verschiedenheit sich durch unterschiedliche Bearbeitungswege oder Sichtweisen auf die Arbeit gespeist hätte, wären weniger Übereinstimmungen zwischen den Modellen auffindbar gewesen und damit eine Entscheidung zwischen Fehlabbildung oder Aufgabenunterschied schwieriger.

Schließlich bleibt noch die Frage zu klären, ob mit dem Vergleich zwischen den Versionen von IVA nicht zwei ungleiche Vorgehensweisen einander gegenübergestellt wurden. Tatsächlich unterschieden sich nur zwei bzw. drei der Elemente und die Hierarchie der Fragen stark von der aktuellen Version des Instruments. Der Gewinn der Untersuchung ist sicherlich, daß ein Mangel aufgezeigt werden konnte, der entsteht, wenn die Anzahl der Elemente verändert wird. Damit ist ein Indiz dafür erbracht, daß eine Änderung des Instruments die Handhabbarkeit, jedoch nicht die Vollständigkeit des Verfahrens verschlechtert. Um die Güte von Vollständigkeit der Abbildung und Angemessenheit der Elemente zu klären, muß dieses Indiz jedoch durch weitere Untersuchungen, diesmal an der aktuellen Konstellation von IVA, erhärtet werden.

6.3.2 MIKE trifft IVA

Ein grundlegendes Konzept der Validierung von Instrumenten ist der Vergleich mit einem Außenkriterium (vgl. Eggert, 1987, S. 2423) im Sinne der externen Validierung (concurrent validity). Für qualitative Instrumente findet sich die Überprüfung am Außenkriterium im Gütekriterium der Triangulation. Für die Prüfung von IVA war es ein Glücksfall, daß mit dem **Modellbasierten und Inkrementellen Knowledge Engineering (MIKE; Neubert, 1994)** ein System entwickelt wurde, daß sich ebenfalls der Abbildung subjektiver Modelle verschrieben hatte. Der Vergleich der beiden Methoden wurde an der Erhebung einer Wissensbasis für ein wissensbasiertes System zur Einführung von Schichtarbeit aufgehängt. Die geschilderte Un-

tersuchung entstand aus einer Zusammenarbeit zwischen Gissel (1998), Heilig (1996) und dem Autor. Als Ergebnis der Erhebung der Wissensbasis, die dem Vergleich von MIKE und IVA diene, entstand ein objektorientiertes Programm, das den Prozeß der Einführung von Schichtarbeit unterstützt.

MIKE wurde am Institut für Angewandte Informatik und Formale Beschreibungsverfahren (AIFB) der Universität Karlsruhe zur strukturierten Entwicklung von Expertensystemen entwickelt. Es orientiert sich an der Knowledge- Acquisition- and- Documentation- System-Methodologie von Wienlinga, Schreiber & Breuker (1992). MIKE folgt einem iterativen Lebenszyklusmodell (vgl. Kap. 2.42) und durchläuft vier globale Phasen:

- Wissensakquisition
- Systemdesign
- Systemimplementierung
- Systemevaluation

Es ist leicht zu sehen, daß das MIKE- Verfahren umfangreicher ist, als das IVA. Da MIKE und IVA unterschiedliche Reichweiten haben, kam für den Vergleich der beiden Verfahren nur das Vorgehen und die Ergebnisse der Phase der Wissensakquisition in Frage.

Beide Verfahren haben auf den ersten Blick eine unterschiedliche Thematik bei der Wissensakquisition. Während MIKE für die Erhebung von Wissensbasen für Expertensysteme oder wissensbasierte Systeme (zur Definition vgl. Puppe, 1990, S.2; Bonato, 1990, S.10; Rahmstorf, 1988, S. 2; Altenkrüger, 1987, S.3) geschaffen wurde, hat sich IVA der Analyse subjektiver Vorgangsmodelle verschrieben. MIKE bildet in der Wissensakquisition „spezielle domänenspezifische Wissen eines Experten“ (Bonato, 1990, S. 10) ab und ordnet den einzelnen Handlungsschritten die optimalen Problemlösungsstrategien zu. Wissensbasen oder Wissensrepräsentationen (Tergan, 1986) umfassen kognitive Theorien der Repräsentation von Wissen und Regeln für deren Abbildung. Sie bestehen aus deklarativen und prozeduralen Wissensinhalten (Oswald & Gadenne, 1984) und bilden das „Know That“ und das „Know How“ der Expertenarbeit ab. Damit bildet MIKE, wie IVA, die Operativen- Abbild- Systeme der Befragten ab, die sich zu dem Abbild der Aufgabe kombinieren (vgl. Kap. 4.11). Dabei hat auch das MIKE- Verfahren explizit den Anspruch, den Befragten als Experten zu sehen, zumal das Wissen von Experten eine „rare Ressource, die auf wenige Stellen konzentriert und deshalb nur eingeschränkt verfügbar“ ist (Schneider, 1994, S. 15).

Die Wissensbasis, zu deren Erhebung und Validierung MIKE und IVA eingesetzt wurden, diene zur Konstruktion eines wissensbasierten Systems zur Einführung von Schichtarbeit (vgl. Gissel, 1998). Der Arbeitsvorgang der Schichtarbeitseinführung ist sehr komplex, erfordert viele verschiedene, überwiegend geistige Tätigkeiten. Es handelt sich um das Erarbeiten vieler einzelner Problemlösungen in Kooperation mit verschiedensten Partnern (Gissel, 1998). Die Tätigkeit der Ausarbeitung passender Schichtsysteme wird durch Arbeitswissenschaftler durchgeführt, die als Spezialisten für Arbeitsvorgänge rare aber kompetente Bewerter für

Vorgangsmodelle sind. Insofern waren auch die Gesprächspartner für die Triangulationsuntersuchung ein Glücksfall. Gleichzeitig konnte so die Tauglichkeit von IVA für die Entwicklung einer objektorientierten Software im Verhältnis zu einem weiteren Modellierungsinstrument überprüft werden.

Diese Untersuchung zur Triangulation der beiden Verfahren soll im folgenden vorgestellt werden.

6.3.2.1 Zielsetzung

Ziel der beschriebenen Untersuchung war die Validierung von MIKE und IVA nach den Grundsätzen der qualitativen Sozialforschung. Dabei wurde die Güte ziel- und prozeßorientiert betrachtet, d.h. Qualität sowohl der Ergebnisse als auch der Durchführung wurden im empirischen Vergleich am Beispiel der Expertentätigkeit zur Schichtplangestaltung untersucht. Die der Untersuchung zugrundeliegende Frage lautete, ob IVA und MIKE auf der Instrumentenebene verglichen werden können, bzw. ob sich Kriterien ableiten lassen, die eine Ähnlichkeitsannahme unterstützen und dadurch den empirischen Vergleich ermöglichen. Dahinter stand die Frage, ob sich die Ergebnisse inhaltlich entsprachen, bzw. ob die jeweils mit MIKE und IVA erhobenen Modelle ineinander überführt werden konnten.

<i>Prüfkriterien der Untersuchung MIKE trifft IVA</i>	
<i>P1 Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.</i>	
<i>P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend.</i>	<i>X</i>
<i>P3 Die Elemente sind eindeutig definiert.</i>	<i>X</i>
<i>P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.</i>	<i>X</i>
<i>P5 Die Befragten werden bei der Befragung mit IVA gleichberechtigt einbezogen.</i>	
<i>P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab.</i>	<i>X</i>
<i>P7 IVA kann die Abläufe auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden.</i>	
<i>P8 Chancen für die Arbeitsgestaltung werden von den Mitarbeitern genutzt.</i>	
<i>P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.</i>	<i>X</i>
<i>P10 Das Instrument sorgt unabhängig von den Vorkenntnissen für Chancengleichheit bei der Abbildung von Vorgängen.</i>	

MIKE und IVA verfügen über eine unterschiedliche Elementenanzahl. Diese Tatsache ist für die Untersuchung des Prüfkriteriums P2 bedeutsam. In der Erhebungssituation wurden Arbeitswissenschaftler über komplexeste Vorgänge mit hohem Anteil an geistigen Tätigkeiten befragt. Die Erhebungssituation stellte also eine Grenzsituation dar, bei der die Tauglichkeit

für die Erhebung der Vorgänge oder Wissensbasen durch die befragten Spezialisten kompetent bewertet werden konnte.

Mit dem gleichen Hintergrund können die Kriterien P3 und P4 geprüft werden. Zusätzlich sollte die Möglichkeit der Überführbarkeit von IVA und MIKE für die Eindeutigkeit der Definition der Elemente sprechen.

Das Kriterium P6 konnte in der Untersuchung auf zweifache Weise geprüft werden, nämlich einmal objektiv am Außenkriterium MIKE und zum zweiten subjektiv durch die Angaben der befragten Spezialisten.

Für die Einschätzung der Modellierung nach dem Prüfkriterium P9 waren die Meinungen der Befragten sehr hilfreich. Dabei war der Perspektivenwechsel für die teilnehmenden Arbeitswissenschaftler sehr interessant, die normalerweise sich in ihrem Alltag in der Perspektive des Befragenden befanden.

6.3.2.2 Methode

Ein Vergleich von Modellsprachen in der Softwareentwicklung ist nicht unproblematisch (vgl. Gissel, 1998). Sie sind immer dann gut vergleichbar, wenn die Kriterien zum Vergleich der Sprachen zu den Absichten passen, die hinter den Modellsprachen stehen (Whittle 1995, S.17). Zu diesem Zweck muß die Modellsprache, die dem MIKE-Verfahren zugrunde liegt vorgestellt werden.

Die aufgestellten Kriterien für den Vergleich von Komponenten (Whittle 1995) oder Implementationen (Feuer & Gehani 1984; vgl. Kap. 6.1) können kaum auf den Vergleich von Sprachen zur Abbildung von Wissensbasen übertragen werden.

In dieser Untersuchung werden die Modelle nach folgenden Kriterien verglichen (vgl. Heilig, 1996):

- Vergleichbarkeit der Tätigkeit.
- Vergleichbarkeit der Art der Inhalte.
- Vergleichbarkeit des Ablaufs.
- Vergleichbarkeit des Abstraktionsniveaus.

Die Untersuchung fand im Zeitraum März bis Juli 1996 als Befragung zweier Spezialisten am Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion an der Universität Karlsruhe statt. Bei den Befragten handelte es sich um den Institutsleiter und eine langjährige Mitarbeiterin, beide waren seit langem mit der Einführung von Schichtarbeit vertraut. Beiden Interviewpartnern waren die zwei Untersuchungsmethoden, sowohl IVA als auch MIKE, nicht geläufig. Bei der Mitarbeiterin wurde der vollständige Ablauf der Schichteinführung erhoben, beim Leiter des Instituts beschränkte sich die Modellierung auf zentrale Abläufe innerhalb des Vorgangs. Für die Erhebung des komplexen Vorgangs mit beiden Methoden wurden etwa 16 Stunden in acht Terminen, bzw. 8 Stunden in vier Terminen benötigt. Die Erhebung mit

MIKE und IVA nahm dabei etwa gleich viel Zeit in Anspruch. Um die Vorprägung, die sich durch die erstmalige Modellierung auf das OAS des Befragten ergibt (vgl. Kap. 4.1.1), für beide Verfahren konstant zu halten, wurde der Vorgang in einem Vortermin in einzelne Teiltätigkeiten zerteilt. Dann wurde jeder Teil nacheinander mit beiden Methoden modelliert. Dabei wurden die Methoden, mit denen die Tätigkeit zuerst abgebildet wurde, zufällig bestimmt und abgewechselt. Außerdem wurden Termine anberaumt, an denen die Methoden direkt hintereinander zur Anwendung kamen und solche, bei denen eine Methode einem Termin vorbehalten war. Da eine zeitverzögerte Modellierung den Effekt der Vorprägung aber nicht meßbar beeinträchtigte, wurde auf die Darstellung dieser Dimension verzichtet. Bei der Erhebung mit IVA wurde der Schritt der Vervollständigung des Vorgangsmodells, für alle Teiltätigkeiten gemeinsam, am Ende der Befragung durchgeführt. Ein analoger Schritt wurde auch für das MIKE-Modell vorgenommen. Zusätzlich wurden die beiden Befragten am Ende der Modellierungsphase einem Experteninterview unterzogen, um ihre Meinung zur Erhebungsmethode zu erfragen.

Im folgenden werden die Modellersprache MIKE und die Operationalisierung für die Untersuchung der Prüfkriterien beschrieben.

6.3.2.2.1 MIKE als Modellsprache

MIKE dient zur Erhebung von Expertenwissen. Auf Grundlage zyklisch durchlaufener Phasen werden formal unterschiedliche Modelle der Tätigkeit bzw. des Problemlöseverhaltens eines Experten iterativ entwickelt. Das Wissen des Experten wird Schritt für Schritt, über die Erhebung, die Interpretation, die Formalisierung, das Design und die Implementierung in die Wissensbasis umgesetzt (vgl. Abb. 33). Damit ist das Vorgehen dem Transformationsansatz der Softwareerstellung von Schneider (1986; vgl. Kap. 2.3) verwandt, bei dem das Wissen der Experten zuerst verbal geschildert wird und dann vom Softwareingenieur formalisiert wird. Dieser Schritt der Übersetzung wird durch IVA gespart. Der Vergleich zwischen beiden Verfahren fand zwischen dem Dokumentationsmodell von MIKE und der Dokumentation des Vorgangsmodells durch den Benutzer bei IVA statt.

In der Erhebungssituation wurde weitgehend auf die Formulierung des Modells auf linguistischer Ebene verzichtet und mit den beiden Interviewpartnern direkt das Strukturmodell am Computer erstellt, um eine bessere Vergleichbarkeit der Verfahren durch die gleiche Anzahl der übersetzenden Schritte zu gewährleisten.

Der Erhebungsprozeß in der Untersuchung wurde am Computer mit dem MeMO-Kit (Mediating Model Construction Kit) unterstützt, das den Darstellungsformalismus MEMO (Mediating Model Organisation) benutzt (Neubert, 1994). Beide Hilfsmittel sorgen bei MIKE dafür, daß ein „rapid prototyping“ ermöglicht wird.

In der Modellierungsprimitive MEMO, in der das Strukturmodell von MIKE dargestellt wird, gibt es drei Arten von Symbolen, nämlich:

- Aktivitätsknoten, die eine komplexe oder elementare Tätigkeit beschreiben, die der Experte im Problemlösungsprozeß durchführt,
- Begriffsknoten, die Begriffe bzw. Konzepte erläutern, die in den Problemlösungsprozeß einfließen,
- und Links, zur Verknüpfung der Knoten (vgl. Abb. 34).

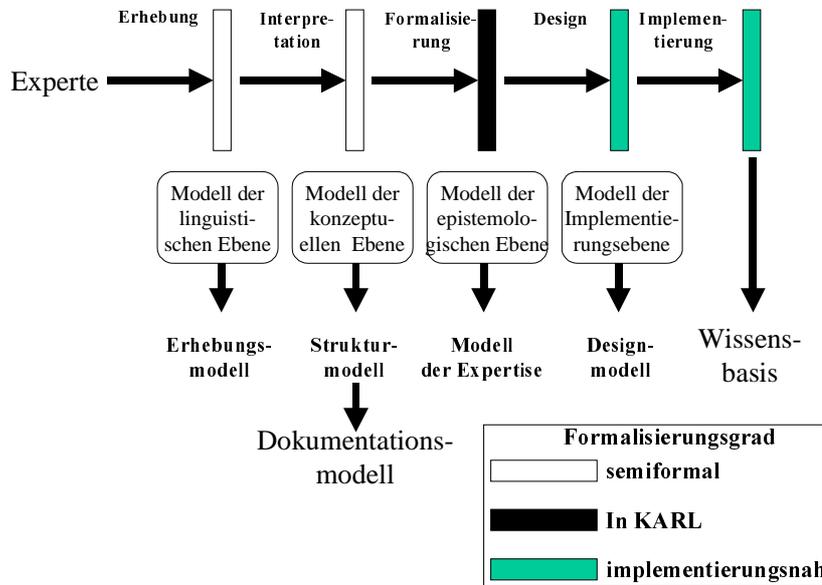


Abbildung 33: Phasen der schrittweisen Modellentwicklung bei MIKE (Neubert, 1994, S.23)

In MeMO-Kit müssen zunächst die Knoten generiert bzw. angelegt und benannt werden. Dann werden sie unter Verwendung eines Editors mit Inhalten gefüllt. Durch das Generieren von Links zwischen den einzelnen Knoten werden diese verbunden und miteinander in Beziehung gesetzt.



Abbildung 34: Symbole der Modellierungsprimitive in MEMO (Neubert, 1994)

Schaut man sich die Elemente der Abbildungsprimitive von MIKE genauer an, gibt es Parallelen zu IVA, so daß sich die Grundbausteine ineinander überführen lassen (vgl. Tab. 5).

Abbildungsprimitive in MIKE	Elemente in IVA
Begriffsknoten	Gegenstand Werkzeug Eigenschaften
Aktivitätsknoten	Arbeitsschritt
Link	Vorbedingung (bedingt) Verzweigung (bedingt)

Tabelle 5: vergleichbare Elemente von IVA und MIKE (Heilig, 1996, S. 71)

Für die Kriterien zum Vergleich von IVA und MIKE ergab sich daraus eine genauere Definition:

- **Vergleichbarkeit der Tätigkeit:**
Jeder Inhalt in einem Tätigkeitsmodell mußte seine Entsprechung im anderen Modell haben, d.h. die in MIKE abgebildeten Handlungen und Objekte mußten auch in IVA vorhanden sein und vice versa. Dabei war nicht die Überschneidung der Begriffe, sondern die Entsprechung des semantischen Bedeutungsgehalts zu beachten.
- **Vergleichbarkeit der Art der Inhalte:**
Inhaltlich entsprechende Elemente mußten von der gleichen Art sein, d.h. ein bestimmtes Handlungselement in MIKE (Aktivitätsknoten) mußte auch in IVA ein dynamisches Element sein (Arbeitsschritt); ein bestimmtes Objektelement (Begriffsknoten) in MIKE mußte auch in IVA ein statisches Element sein (Gegenstand/Werkzeug). Anders ausgedrückt: Es durfte nicht sein, daß im einen Modell eine Handlung stand, die im anderen Modell als Objekt erschien.
- **Vergleichbarkeit des Ablaufs:**
Der abgebildete Prozeß mußte in beiden Modellen übereinstimmen, d.h. die Abfolge der einzelnen Handlungen und das Auftreten der Objekte durfte in den Modellen keinen gravierenden Unterschied zeigen.
- **Vergleichbarkeit des Abstraktionsniveaus:**
Die Abbildung der Tätigkeit sollte in beiden Modellen das selbe Abstraktionsniveau besitzen, d.h. Fokussierungen auf bestimmte Aspekte der Tätigkeit durften in beiden Modellen vorkommen, sollten aber möglichst an einer Stelle im Ablauf auftreten.

6.3.2.2.2 Operationalisierung der Prüfkriterien

In der Untersuchung MIKE trifft IVA wurden die zu untersuchenden Prüfkriterien auf zweifache Weise betrachtet. Zum einen gab es die Modelle und den beobachtbaren Prozeß der Modellierung, die einer Überprüfung zur Verfügung standen, und zum anderen die Aussagen der beiden befragten Spezialisten, die in einem eineinhalbstündigen halbstandardisierten Interview nach der Modellierung gewonnen wurden.

Die einzelnen Thesen werden wie folgt geprüft:

P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend

MIKE und IVA bilden den Arbeitsvorgang mit unterschiedlich vielen Modellierungsprimitiven ab. Zuerst wurden die Interviewpartner in der Erhebungssituation bei beiden Instrumenten beobachtet. Es wurde darauf geachtet, ob die Probanden Elemente vermißten, oder Elemente nicht zum Einsatz kamen. Es wurde insbesondere versucht, im Sinne der Bestätigung der Genthese, diese fehlenden oder überflüssigen Modellierungsprimitiven aufzuspüren. Im Anschluß an die Befragung wurden beide Experten im Interview zu beiden Instrumenten gefragt: „Wurde Ihre Tätigkeit durch das Instrument angemessen abgebildet?“; „Alles in allem, wenn

Sie die Erhebung noch mal überdenken, was war positiv bei MIKE/IVA was war negativ bei MIKE/IVA?“ Sprachen die Befragten die Elementenanzahl nicht konkret an, wurden die Sachverhalte fehlender oder überflüssiger Elemente gezielt nachgefragt.

P3 Die Elemente sind eindeutig definiert.

P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.

Die Thesen 3 und 4 wurden zusammen überprüft. Die Prüfung geschah zum einen durch den Vergleich der Modelle, zum anderen durch die Befragung der Spezialisten.

Beim Vergleich der Modelle wurde von folgender Prämisse ausgegangen: Wenn sich die Modelle aus MIKE und IVA problemlos ineinander überführen ließen, waren sowohl die Elemente, als auch deren Kombinationen eindeutig definiert. Also war es das Ziel der Überprüfung, Modellteile aufzufinden, die sich nicht überführen ließen. Zu diesem Zweck wurden in einem ersten Schritt die Inhalte der beiden Modelle eines Interviewpartners auf Richtigkeit der Nutzung der Elemente und Syntax geprüft. In einem zweiten Schritt wurden die gleichartigen Inhalte in beiden Modellen aufgesucht und überprüft, ob sie mit den entsprechenden Elementen beider Instrumente abgebildet wurden. Als Entsprechung auf der Inhaltsdimension galt, wenn eine Übereinstimmung der Art der Symbole gleichen Inhalts festgestellt werden konnte. D.h. einem Begriffsknoten in MIKE mußte ein Gegenstand, Werkzeug oder eine Eigenschaft in IVA gegenüberstehen (vgl. Tab. 5), einem Aktivitätsknoten ein Arbeitsschritt, usf. Jede Abweichung von dieser Gegenüberstellung wurde als Nichtentsprechung gewertet.

Die Eindeutigkeit und Widerspruchsfreiheit der Kombination der Elemente wurde ebenfalls im Vergleich der Modelle aus MIKE und IVA untersucht. Im ersten Schritt wurde die konsistente Benutzung der Modellsprache geprüft. Der zweite Schritt bestand darin, die Abläufe von MIKE und IVA zu vergleichen, da, vorausgesetzt die Elemente waren vergleichbar, ein gleicher Ablauf für die gleiche Kombination der Elemente sprach. Die Vergleichbarkeit der Kombination konnte wiederum für die Eindeutigkeit und Widerspruchsfreiheit beider Modelle argumentieren.

Schließlich wurde das subjektive Empfinden der Befragten erhoben. Dazu wurden die Interviewpartner zu beiden Instrumenten folgendes gefragt: „Wie verständlich und intuitiv war das Instrument für Sie? Wurde der Zweck und die dahinterstehende Absicht klar?“; „Wie sind Sie mit der Anwendung des Instruments zurechtgekommen?“ Eventuelle Verbesserungsvorschläge, die sich aus den Fragen nach den positiven und negativen Aspekten von IVA und MIKE ergaben zur Eindeutigkeit von Elementen und Kombinationen, wurden ebenfalls berücksichtigt.

P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab.

Die Vollständigkeit und Richtigkeit der Modelle wurde in dieser Untersuchung durch den Vergleich der Modelle und die Angaben der befragten Spezialisten geprüft. Dabei wurde versucht, die Gegenthese zu bestätigen.

Für den Vergleich der Modelle wurde zum einen überprüft, ob sich die Tätigkeiten nicht gleichen. Die Häufigkeit der Entsprechungen bzw. Nichtentsprechungen wurden anhand folgender Kriterien festgestellt:

- Konnte für einen Inhalt im jeweils anderen Modell eine Übereinstimmung oder eine Entsprechung des semantischen Bedeutungsgehalts gefunden werden, wurde ein Punkt bei der Kategorie „Entsprechung“ registriert.
- Konnte eine Entsprechung nur durch die thematische Zusammenfassung inhaltlich gleicher Bedeutungseinheiten in einem der beiden Modelle festgestellt werden, wurde zum einen dieser Sachverhalt für den Vergleich des Abstraktionsniveaus festgehalten, zum anderen ein Punkt bei der Kategorie „Entsprechung“ notiert.
- Konnte auch durch eine Zusammenfassung keine inhaltliche Entsprechung gefunden werden, wurde ein Punkt bei der Kategorie „Nicht- Entsprechung“ gemacht.

Ziel der Prüfung war es, möglichst viele Inhalte der Kategorie „Nicht- Entsprechung“ aufzufinden.

Die Vergleichbarkeit der Art der Inhalte wurde bereits unter den Thesen 3 und 4 operationalisiert. Zum Abgleich des Abstraktionsniveaus wurden die Stellen im Modell gesucht, die nur durch eine inhaltliche Zusammenfassung eine Entsprechung zum jeweils anderen Modell erhalten. Jene wurden dann als Wechsel des Niveaus gezählt.

Zusätzlich wurde untersucht, ob es unterschiedliche Abläufe der Vorgänge zwischen den Modellen gab. Als unterschiedlicher Ablauf wurde gezählt, wenn die Reihenfolge der Arbeitsschritte zwischen den Abbildungen unterschiedlich war oder wenn Alternativen, Verzweigungen oder Zusammenführungen des Vorgangs an verschiedenen Arbeitsschritten ansetzten.

Schließlich wurde die These auch subjektiv überprüft. Die Interviewpartner wurden für beide Instrumente gefragt: „Wurde Ihre Tätigkeit durch das Instrument angemessen abgebildet?“

P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.

Diese These wurde in der geschilderten Untersuchung nur aus der Perspektive der befragten Spezialisten geschildert. Dabei ging es in der Befragung darum, möglichst viele Argumente für die Gegenthese zu sammeln.

Im Einzelnen wurden die Befragten zu folgenden Fragen interviewt: „Fiel es Ihnen leicht, das Ablaufprinzip des Instruments zu begreifen? Warum?“; „Hatten Sie den Eindruck, die Datenerhebung ausreichend steuern zu können?“ Zusätzlich wurden auch vom Interviewer selbst Einschätzungen zu diesen Fragen erhoben, um eine Aussage zur Handhabbarkeit der Methoden zu gewinnen. Diese Ansichten waren für die Untersuchung auch deshalb interessant, da der Interviewer nicht zu den Konstrukteuren der IVA- und der MIKE- Methode gehörte.

6.3.2.3 Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten sollen die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt und im Bezug auf die Bestätigung der Gegenthese diskutiert werden.

6.3.2.3.1 Ergebnisse zum Prüfkriterium P2

Beide Experten wurden während der Modellierung mit beiden Instrumenten beobachtet. Dabei nutzten beide Experten für beide Modelle alle zur Verfügung stehenden Elemente. Bei IVA wurde zu keinem Zeitpunkt ein Elemententypus vermißt, um das komplexe Modell zu erstellen. Beim alternierenden Modellieren eines Handlungsabschnittes mit beiden Instrumenten kam es vor, daß ein Interviewpartner versucht war, bei IVA mit nur drei Elementen auszukommen, bzw. bei MIKE mit Werkzeugen und Vorbedingungen modellieren zu wollen. Diese Irritationen waren jedoch selten und lösten sich auf, wenn den Befragten die Ziele der Modellierung gegenwärtig wurden.

Im Anschluß an die Modellierung wurden die Spezialisten zur Angemessenheit der Abbildung und zu positiven sowie negativen Gesichtspunkten der Erhebung mit beiden Instrumenten interviewt. Dabei äußerten beide Spezialisten keine Kritik zur Elementenanzahl. Auch nannten sie keine Wünsche dazu, daß IVA mehr oder weniger Elemente haben solle. Besonders bedeutsam war dies im direkten Vergleich mit MIKE, das mit weniger Modellierungsprimitiven auskommt als IVA.

6.3.2.3.2 Ergebnisse zu den Prüfkriterien P3 und P4

Der erste Schritt zur Untersuchung der beiden Kriterien war die Prüfung auf modellkonforme Nutzung der Elemente. Bei den insgesamt 241 einzelnen Elementen, die mit IVA modelliert wurden, kam es zu zwei syntaktischen Fehlern. Dabei wurde einmal ein syntaktisch notwendiger, aber aus dem Kontext her selbstverständlicher, Arbeitsschritt nicht modelliert. An einer anderen Stelle wurden zwei gleichartigen Arbeitsschritten Eigenschaftskarten zugeordnet, die modellkonform nur Gegenständen oder Werkzeugen vorbehalten sind. Bei den 158 Knotenelementen, die mit MIKE angelegt wurden, gab es einen Aktivitätsknoten, der richtig durch einen Begriffsknoten bezeichnet werden mußte. Alle drei fehlerhaften Einsätze beider Modellsprachen waren darauf zurückzuführen, daß die beiden Befragten dazu tendierten, die Beschreibungen der Aktivitäten (Arbeitsschritte/Aktivitätsknoten) mit Substantivierungen zu benennen (z.B. „Anpassung des Schichtplans“ statt „Schichtplan anpassen“; „Dateneingabe“ statt „Daten eingeben“). Insgesamt war bei 35 von 53 Arbeitsschritten von IVA die Beschreibung der Tätigkeit durch eine Substantivierung vorgenommen worden, bzw. bei 38 von 43 Aktivitätsknoten mit MIKE.

Der Vergleich der Gleichartigkeit der Inhalte führte zu einer hohen Übereinstimmung (vgl. Tab. 6). Verglichen wurden die Tätigkeiten (Arbeitsschritte/Aktivitätsknoten) und die Arten der Inhalte. Dabei gab es zwischen den insgesamt 96 bei MIKE und IVA verschiedenen Tä-

tigkeiten nur sechs Nicht- Entsprechungen (nE). Betrachten man die Art der Inhalte, dann gab es keine Tätigkeit in einem Modell, die nicht im anderen Modell vorkam. Dieses konnte durch die Zusammenfassungen geschehen, also Stellen im Modell, an denen die Befragten das Detaillierungsniveau der Beschreibung wechselten. Insgesamt gab es jeweils acht Punkte in den MIKE- und IVA- Modellen, an denen die Tätigkeit detaillierter beschrieben war als im Vergleichsabbild. Die eindeutige Überführbarkeit beider Modelle ineinander spricht also für eine eindeutige Definition der Elemente und deren Kombination.

Kategorie	Tätigkeit		Art der Inhalte		Zusammenfassungen	
	E	nE	Ü	nÜ	ZM	ZI
Summe der Ergebnisse	90	6	84	0	8	8

Tabelle 6: Ergebnisse des Vergleichs der Inhalte zwischen IVA und MIKE. (E: Entsprechung der Tätigkeit; NE: keine Entsprechung der Tätigkeit; Ü: übereinstimmende Inhalte; nÜ: keine Übereinstimmung der Art der Inhalte; ZM: inhaltliche Zusammenfassung bei MIKE; ZI: Inhaltliche Zusammenfassung bei IVA.)

In den abschließenden Gesprächen mit den Spezialisten lobten beide die zweckgebundene, intuitive Handhabbarkeit der Syntax der Instrumente. Wahrscheinlich gab es aus diesem Grund keine Probleme beim Wechsel zwischen sieben Elementtypen einerseits und drei Modellierungsprimitiven andererseits. Für die Experten war die ablauforientierte Modellierung mit IVA einleuchtender als die hierarchische Strukturierung des Modells von MIKE. Dafür empfanden die Spezialisten die Darstellung als Baumhierarchie als differenzierter. Die Kombination der Elemente gelang bei IVA derart, daß sie aus Sicht der Befragenden und des Interviewers (vgl. Heilig, 1996) „wie von selbst“ lief.

6.3.2.3.3 Ergebnisse zum Prüfkriterium P6

Der Vergleich der jeweils zwei Modelle auf ihre Übereinstimmung wurde bereits in Kap. 6.3.2.3.2 dargestellt. Tabelle 6 zeigt, daß es immerhin sechs Tätigkeiten gab, die der Kategorie „Nicht- Entsprechung“ zuzuordnen waren. Das bedeutet, daß bei etwa sieben Prozent der Tätigkeiten im jeweils anderen Modell keine direkte inhaltliche Entsprechung gefunden werden konnte. Dieses Ergebnis spricht oberflächlich betrachtet für die Beibehaltung der Gegenthese. Andererseits ließen sich alle diese als „Nicht- Entsprechungen“ klassifizierten Unterschiede der Modelle dadurch in der jeweils anderen Abbildung wiederfinden, daß Tätigkeiten zusammengefaßt wurden. Es gab also zwar Kategorien von Tätigkeiten, die im einen Modell auftauchen und im anderen nicht, bei den Inhalten jedoch unterschieden sich die Modelle nicht. So waren bei der Auswertung nach der Art der Inhalte keine Inhalte zu finden, die es nur in einem Modell gab. Die Häufigkeiten zum Kriterium „Vergleichbarkeit der Inhalte“ (vgl. Tab. 6) sind

bei den Übereinstimmungen (Ü) 84, bei den Nicht- Übereinstimmungen (nÜ) 0. Damit konnte das Prüfkriterium als erfüllt gelten.

Interessant jedoch war, daß die Befragten an jeweils acht Punkten innerhalb der Modelle die Abstraktionsebene der Beschreibung bei der einen gegenüber der anderen Abbildung wechselten (vgl. Tab. 3). An dieser Stelle war eine Regelmäßigkeit zu beobachten, die zu den Persönlichkeiten der Befragten gehören mag: Während der eine Spezialist dazu tendierte, bei der jeweils zweiten Erhebung der gleichen Teiltätigkeit diese genauer zu beschreiben, fand der zweite Spezialist beim zweiten Beschreiben eher Oberbegriffe. Er beschrieb die Tätigkeit also auf einem abstrakteren Detaillierungsniveau. Da diese Effekte nicht systematisch mit den benutzten Instrumenten variierten, waren Aussagen über die Güte von MIKE und IVA nicht zulässig. Statt dessen zeigten sich hier der Effekt und die Grenze der Re- Testung, daß sich nämlich die internen Modelle der Tätigkeit durch die Modellierung verändert hatten.

Zu unterschiedlichen Abläufen zwischen den Abbildungen kam es nicht. Sowohl die Reihenfolge der Arbeitsschritte als auch die Position der Verzweigungen und Zusammenführungen der Alternativen waren identisch.

Schließlich wurden die beiden Experten auch zu beiden Instrumenten befragt, ob ihre Tätigkeit angemessen abgebildet wurde. Die Befragten äußerten zu beiden Instrumenten übereinstimmend, daß die Modelle der Tätigkeit „sehr gut“ entsprächen. Der Vorteil von IVA lag darin, daß der Ablauf „durch den linearen Aufbau des Modells gut umgesetzt“ ist, der von MIKE darin, daß der Ablauf durch die Darstellung in der Baumhierarchie „sehr differenziert“ erfaßt wird, allerdings für den Benutzer „schlecht aus dem Modell ersichtlich“ ist.

6.3.2.3.4 Ergebnisse zum Prüfkriterium P9

Auf die Frage, ob es den Interviewten leicht fiel, das Ablaufprinzip der Instrumente zu begreifen, ergab sich für IVA ein Bild, am Anfang der Untersuchung dem Prüfkriterium P9 nicht entsprach. Die Befragten empfanden nämlich besonders anfänglich die Arbeit mit den verschiedenen Elementen als „sehr komplex“, während der Interviewer (vgl. Heilig, 1996, S. 98) die Handhabung der Methode als einfach und übersichtlich lobte. Besonders hilfreich waren für den Interviewer das umfangreiche Handbuch, die vorgegebenen Erhebungsleitfäden und die praktische Schulung, über die IVA im Gegensatz zu MIKE verfügt. Die Probleme der Experten mit der Methode bestanden vor allem im korrekten Umgang mit Syntax und Semantik von IVA. Hier bestanden Unsicherheiten, so daß die Experten wiederholt die Bedeutung der einzelnen Karten und deren richtige Kombination ansehen wollten. Diese Schwierigkeiten wurden jedoch schnell überwunden und sind wohl auch im Kontrast zur MIKE- Methode zu sehen, bei der es die Experten als angenehm empfanden, daß sie zuerst nur über ihre Arbeit „plaudern“ mußten. Auch die Aussagen des Interviewers mußten im Zusammenhang mit Erwartungseffekten betrachtet werden. Für die Arbeit mit MIKE mußte sich der Interviewer ein spezielles Befragungsinstrument erst noch zusammenstellen. Auch war der Interviewer bei

beiden Instrumenten vor der schwierigen Einarbeitung gewarnt worden. Für ihn wurde diese Erwartung nicht erfüllt und so mußte ihm die Einarbeitung in IVA als leicht erscheinen.

Befragt nach der Einschätzung der Möglichkeit, die Datenerhebung zu kontrollieren, schilderten die Experten zwei Aspekte der Arbeit mit IVA. Zum einen hatten die Experten jederzeit das Gefühl, das erzählen zu können, was sie wollten. Allerdings war einer der beiden Experten nicht immer sicher, ob das was modelliert wurde, auch eindeutig verständlich war. An dieser Stelle erwies sich die Technik der kommunikativen Validierung als hilfreich. Zum anderen wurde durch die Befragten die Visualisierung als gute Kontrollmöglichkeit hervorgehoben. Dabei lobten die Experten besonders die Möglichkeit unvermittelt und selbständig im Modell nach Bedarf an verschiedenen Punkten anknüpfen zu können. Dieser Vorteil trat besonders im Vergleich zu MIKE auf, wo die Baumstruktur und die Navigation im Computermodell Visualisierung und Manipulierbarkeit der Abbildung einschränkten. Der Interviewer selbst äußerte vor allem Schwierigkeiten mit der nondirektiven Interviewstrategie von IVA, da er das Gefühl hatte, daß das Abstraktionsniveau der Schilderungen der Befragten schlecht zu steuern war.

Keine Aussagen gab es von den Experten dazu, daß eine der beiden Methoden für die Abbildung bestimmter Sachverhalte ungeeignet gewesen wäre. Trotz der komplizierten Abläufe und dem direkten Vergleich der beiden Modellierungsprimitiven wünschten beide Gesprächspartner keine Änderungen der Modellsprachen, was für die universelle Einsetzbarkeit beider Methoden, sowohl IVA als auch MIKE spricht.

Zusammengefaßt geben die Ergebnisse Indizien dafür, daß für die Benutzer die Modellierung mit IVA einfach und universell war. Beiden Interviewpartnern gelang es leicht, nach anfänglichen Unsicherheiten, mit IVA als Modellsprache sich „fließend“ zu verständigen. Die Handhabung selbst wurde vom Interviewer als verhältnismäßig leicht eingeschätzt. Betrachtet man beide Erkenntnisse zusammen, so ließ sich zumindest die Gegenthese nicht bestätigen. Allerdings erwies sich für dieses Prüfkriterium die Operationalisierung in der Untersuchung als zu schwach. An dieser Stelle hätte es sich angeboten, die Experten direkter zum Thema zu befragen.

6.3.2.4 Diskussion

Die Untersuchung der Güte von IVA im Kontrast zur MIKE- Methode am Beispiel der Konstruktion eines wissensbasierten System zur Einführung von Schichtarbeit gab ein gutes Zeugnis für IVA ab. Jede der aufgestellten Gegenthesen mußte verworfen werden, und damit wurden die Annahme der Güte des Instruments in den einzelnen Prüfkriterien unterstützt.

Die Untersuchung stützte sich auf zwei Eckpfeiler, einmal den Vergleich des IVA- und des MIKE- Modells eines Probanden, zum anderen die Aussagen der Beteiligten im Anschluß an die Modellierung.

Im einzelnen wurde das Prüfkriterium „Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend“ durch die Aussagen und Beobachtungen der Interviewpartner gestützt, die beim Modellieren einer komplexen geistigen Tätigkeit keine Elemente vermißten oder als überflüssig erlebten. Diese Angaben und Wahrnehmungen waren aus drei Gründen bedeutsam. Der komplizierte Vorgang der Einführung von Schichtarbeit ließ sich nicht in zwei Stunden modellieren, sondern er bestand aus vielen einzelnen Teiltätigkeiten mit verschiedensten Schnittstellen. Bei so einem umfangreichen Modell wäre es wahrscheinlich, ein fehlendes Element zu finden. Zum anderen handelte es sich bei den Interviewpartnern um Arbeitswissenschaftler, die mit dem Modellieren von Arbeitsabläufen vertraut waren. Da den Experten kein Element fehlte oder zuviel war, kann man schließen, daß den Laien auf dem Gebiet der Modellierung ebenfalls kein Element fehlen wird. Schließlich wurden zwei Instrumente verglichen, die mit einer unterschiedlichen Anzahl an Modellierungsprimitiven auskommen. Da der Zweck der Modellierung den Probanden jeweils einsichtig war, spricht die Zufriedenheit mit der Anzahl der Elemente, im direkten Vergleich zwischen MIKE mit drei und IVA mit sieben Modellierungsprimitiven, dafür, daß die Anzahl der Elemente optimal dem jeweiligen Modellzweck beziehungsweise der Modellierungsumgebung angepaßt war.

Die Untersuchung der Kriterien „Die Elemente sind eindeutig definiert.“ und „Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.“ wurde durch die Überführung der Modelle des einen Instruments ins jeweils andere und durch die Befragung der Experten nach der Modellierung vorgenommen. Dabei zeigte sich, daß die MIKE- und IVA- Abbildungen leicht und eindeutig ineinander überführbar waren. Auch die Aussagen der interviewten Experten ließen keinen Schluß darauf zu, daß die Syntax und Semantik von IVA uneindeutig sein könne.

Die Untersuchung der Vollständigkeit und des Zutreffens der subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten wurde einerseits wiederum durch den Vergleich der IVA- und MIKE- Modelle bewerkstelligt, andererseits durch Fragen nach der Angemessenheit der Abbildungsprimitiven. Dabei ergab sich durch den Vergleich der Modelle, die durch beide Instrumente geschaffen wurden, kein Indiz dafür, daß Modellteile fehlen könnten oder falsch dargestellt worden sind. Auch die Aussagen der Experten wiesen nicht darauf hin, daß sie mit der Vollständigkeit oder Richtigkeit der Modelle unzufrieden waren.

Überraschend waren die Ergebnisse zur These „Die komplizierte Handhabung der Methode durch den Interviewer bei der Interviewtechnik sorgt für eine leichte und universelle Modellierung für den Benutzer“. Der Interviewer selbst empfand die Handhabung von IVA nicht als kompliziert, was mit dem vergleichsweise schwierigen Benutzbarkeit von MIKE zu erklären ist. Gleichzeitig ergab sich für die befragten Experten eine anfängliche Unsicherheit im Umgang mit den Elementen. Dennoch zeigten die Ergebnisse der Interviews keine Indizien dafür, daß die Gegenthese angenommen werden muß, so daß auch angenommen werden kann, daß IVA dem Prüfkriterium genügt.

Insgesamt betrachtet ergaben sich bei der Überprüfung von IVA an MIKE, ungeachtet der Tatsache, daß alle Gegenthesen verworfen werden mußten, einige Schwierigkeiten. Zum einen wurde die Überprüfung nur mit zwei Experten durchgeführt. Gegen das Auffinden von weiteren Spezialisten sprach, daß Experten schon per Definition ein rares Gut sind (vgl. Schneider, 1994). Auch waren vier, wenn auch umfangreiche Vorgangsmodelle noch keine Basis für eine umfassende Tauglichkeitsprüfung. Allerdings war das Ziel der dargestellten Untersuchung nicht die Quantifizierung von Problemtypen, sondern das Auffinden von Problemen unter extremen Einsatzbedingungen für die Abbildung, als eindeutig qualitativer Forschungsansatz. Für dieses Ziel waren sowohl die Auswahl des Vorgangs als auch die der modellierenden Personen sinnvoll. Besonders das Einbeziehen der modellerfahrenen Spezialisten war für die Untersuchung insofern erfolgreich, als sich zeigte, daß auch sie keine Mängel an der Modellierung mit IVA finden konnten.

6.3.3 IVA und andere Arbeitsbeschreibungen

Im vorigen Versuch wurde IVA mit einem Instrument zur Abbildung von Wissensbasen verglichen. An dieser Stelle soll eine Untersuchung vorgestellt werden, in der IVA mit Modellen in Beziehung gesetzt wurde, die einerseits von den Mitarbeitern zur Erledigung der eigenen Arbeit angefertigt wurden, andererseits mit Qualitätsmanagementplänen, die in der Zertifizierung nach DIN/ISO 2000ff Verwendung finden. Zusätzlich wurde in dieser Studie die Auswirkung des Modellierens auf die Mitarbeiter betrachtet.

Die Untersuchung fand in einem Forschungs- und Entwicklungswerk der chemischen Industrie im Rahmen eines Projekts zur Verbesserung der Betriebskultur statt. Konkretes Ziel dieses Projekts war die Förderung des Führungsverhaltens und der Zusammenarbeit.

Forschungsgegenstand war die Logistik des Werks, aus der die Beschreibungen der Arbeit stammten. Die Abteilung sorgte im Werk für die Beschaffung, Lagerung, Versendung und Verbuchung der Produkte. Insbesondere war die Logistik für das Beschaffen von verschiedensten Materialien in geringen Mengen für die Forschung, in größeren Mengen für die versuchsweise Produktion der chemischen Produkte, für die Verpackung und den Versand von Proben verantwortlich. Als hauptsächliche Probleme der Abteilung wurde bei Messungen im Rahmen des Projekts zur Kulturverbesserung herausgefunden, daß die Abläufe aus Sicht der Mitarbeiter Verbesserungspotential aufwiesen, die Arbeitsbelastungen saisonal anfielen, was mit Aushilfskräften aufgefangen werden mußte, und daß die benutzte Software den betrieblichen Vorgang unzureichend unterstützte.

Unter diesen Umständen waren die Mitarbeiter bereit, ihre Aufgaben zu Modellieren, um einerseits das Anlernen der Aushilfskräfte zu erleichtern, andererseits bei der Anschaffung von Software mit eigenen Vorstellungen über notwendige Hilfsmittel die angebotenen Alternativen besser beurteilen zu können. Die Führungskraft unterstützte die Erhebung, um eventuelle Verbesserungsmöglichkeiten im Ablauf der Abteilung aufzufinden.

6.3.3.1 Zielsetzung

Die Untersuchung sollte nahe am Gegenstand der Softwareentwicklung aufzeigen, wie vollständig IVA die betrieblichen Abläufe darstellen kann. Im vorliegenden Fall sollten die Abläufe für die Bewertung von alternativen Softwarelösungen dokumentiert werden. Zusätzlich sollte geprüft werden, ob das Instrument, bzw. die Darstellung damit, die Mitarbeiter dazu bringt, ihre Abläufe zu verändern oder verändert wahrzunehmen.

Prüfkriterien bei IVA und andere Arbeitsbeschreibungen	
P1 Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.	
P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend.	
P3 Die Elemente sind eindeutig definiert.	
P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.	X
P5 Die Befragten werden bei der Befragung mit IVA gleichberechtigt einbezogen.	X
P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab.	X
P7 IVA kann die Abläufe auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden.	
P8 Chancen für die Arbeitsgestaltung werden von den Mitarbeitern genutzt.	X
P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.	X
P10 Das Instrument sorgt unabhängig von den Vorkenntnissen für Chancengleichheit bei der Abbildung von Vorgängen.	

Die Mitarbeiter der Logistik hatten bereits vor der Untersuchung ihre Aufgabe für ihre eigenen Zwecke, nämlich als Gedächtnisstütze bei Unklarheiten der Abläufe oder Tastenkombinationen der Software, abgebildet. Außerdem kannten sie den Qualitätsmanagementplan ihrer Abteilung. Damit hatten sie einen Vergleichsmaßstab für die Darstellung und dafür, wie leicht, eindeutig und widerspruchsfrei sich die Elemente von IVA kombinieren ließen. Dies erwies sich als vorteilhaft für die Untersuchung des Prüfkriteriums P4. Ihrer Meinung als „Spezialisten“ für die Darstellung betrieblicher Abläufe auf Seiten der Benutzer kam deshalb besondere Bedeutung zu.

Ein wichtiges Ziel des Projekts „Führung und Zusammenarbeit“, in das die vorliegende Untersuchung eingebunden wurde, war die Einbeziehung der Mitarbeiter. Damit war die Gelegenheit gegeben, das Prüfkriterium P5 zu untersuchen. Die Abbildung der Vorgänge sollte dieses fördern und den Mitarbeitern Argumentationshilfen beim Einlernen von Aushilfskräften und bei der Umgestaltung von Vorgängen geben. Die Messung des Gelingens der Einbeziehung konnte dabei entweder im Anschluß an die Modellierung oder in der Beobachtung über einen längeren Zeitraum hinweg geschehen.

Für das Prüfkriterium P6 konnten als Maß der Vollständigkeit alle bereits erzeugten Abbilder des Vorgangs genutzt werden. Dazu zählten sowohl die objektiven Abbilder des Auftrags, die Qualitätsmanagementpläne als auch die subjektiven Beschreibungen der Mitarbeiter.

Die Modellierung von Aufgaben im Rahmen eines längeren Projektes hatte den Vorteil, daß beobachtet werden konnte, welche Auswirkung die Maßnahme hatte. Dadurch konnte das Kriterium P 8 untersucht werden. Durch den Vergleich mit den Messungen anderer Bereiche des gleichen Werks, in denen keine Modellierung stattfand, waren durch die Betrachtung von Vorher- und Nachher- Messungen die Effekte der Maßnahme abzuschätzen.

Die Mitarbeiter der Logistik, die ihre Aufgaben modelliert hatten, konnten im Anschluß an die Untersuchung zu ihren Erfahrungen interviewt werden. Damit sollte das Prüfkriterium P9 betrachtet werden, in dem die Meinung der Beteiligten zum Verfahren erfragt und der Erfolg der Einbeziehung in die Gestaltung der Abläufe sichergestellt werden.

6.3.3.2 Methode

In einem Forschungs- und Entwicklungswerk der chemischen Industrie mit etwa 200 Mitarbeitern gibt es die Logistikabteilung, die aus dreizehn Mitarbeitern und einer Führungskraft besteht. Diese Abteilung wurde immer im Frühjahr durch weitere, bis zu fünf temporäre Arbeitskräfte verstärkt. Das Projekt „*Führung und Zusammenarbeit*“ fand von Oktober 1995 bis Oktober 1998 statt. In diesem Zeitraum wurden alle Mitarbeiter des Werks zweimal zu ihrer Einschätzung der Zusammenarbeits- und Führungskultur befragt. Dies galt auch für die Abteilung Logistik. Die Modellierung der Abläufe und die anschließende Befragung der Mitarbeiter wurde im Herbst 1997 durchgeführt.

Die Abteilung war in zwei Bereiche unterteilt, die kaufmännische Bearbeitung und das Lager. Da für die administrativen Vorgänge bereits Beschreibungen vorlagen, wurde vor allem die kaufmännische Bearbeitung als Befragungsgruppe ausgesucht, während die Mitarbeiter des Lagers aus organisatorischen Gründen nicht mit IVA untersucht werden konnten. Diese wurden allerdings bei der Rückmeldung der Ergebnisse und bei einem Workshop über die Umgestaltung der abteilungsinternen Abläufe, bei dem die erarbeiteten Ablaufpläne Grundlage waren, mit einbezogen. Außerdem dienten sie auch während der Modellierung als Ansprechpartner.

Vor der Untersuchung wurde die Zertifizierung des Werks nach DIN/ISO 9000ff geplant. Deshalb wurde durch die Führungskraft ein Qualitätsmanagementplan für die Logistik, nach dem in der DIN/ISO 9000ff vorgesehenen Vorgehen, erstellt. Zusätzlich war der Bereich vor Beginn des Projekts „*Führung und Zusammenarbeit*“ mit einem Betriebsdaten- Erfassungsprogramm ausgestattet worden, das die Mitarbeiter als sehr unhandlich und kompliziert erlebten. Die Abteilungsmitglieder erschufen sich Beschreibungen der Abläufe, indem sie die Masken der wichtigsten Arbeitsschritte ausdruckten und mit Anmerkungen über nötige Tastenkombinationen und Besonderheiten der Bearbeitung, wie Ausnahmen oder alternative

Bearbeitungsformen, versehen. Diese Darstellungen der Abläufe als Gedächtnisstütze für die eigene Aufgabenbewältigung werden abteilungsintern „*Handbücher*“ genannt.

Auf diese Weise waren drei unterschiedliche Ansätze für die Datengewinnung möglich. Zum einen wurden die Vorgangsmodelle, die mit IVA gewonnen wurden, mit den Beschreibungen in den „*Handbüchern*“ und den Qualitätsmanagementplänen in Beziehung gesetzt. Dann gaben die Interviewdaten, die im Anschluß an die Erhebung mit IVA in einem halbstandardisierten Interview mit den Befragten erhoben wurden, Aufschluß über das Erleben der Interviewpartner. Durch die Messungen im Rahmen des Projekts „*Führung und Zusammenarbeit*“ konnte schließlich der Einfluß der Modellierung auf Einbeziehung der Mitarbeiter und Abteilungskultur sichtbar gemacht werden. Dazu wurde in passenden Skalen der Mitarbeiterbefragung eine Differenz aus der ersten und zweiten Messung errechnet. Jetzt konnte die Veränderung der Einschätzung der Kultur zwischen Modellierungs- und Vergleichsgruppe untersucht werden, um den Einfluß der Modellierung mit IVA abzuschätzen.

P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.

Ob die Kombination der Elemente eindeutig und widerspruchsfrei gelang, wurde in dieser Untersuchung durch direkte Befragung der Interviewpartner geprüft. Die Mitarbeiter sollten darüber Auskunft geben, ob Probleme während des Modellierens auftraten, ob sie die Modellsprache verstanden hatten, und ob Verbesserungsvorschläge für Syntax und Semantik von IVA vorlagen. Die Kombinationsfähigkeit galt dann als gut, wenn keine Schwierigkeiten mit dem Verstehen der Abbildung oder der Sprache von IVA geäußert wurden und wenn die Befragten keine Vorschläge zur Verbesserung des Verfahrens machen konnten.

P5 Die Befragten werden bei der Befragung mit IVA gleichberechtigt einbezogen.

Die gleichberechtigte Einbeziehung der Befragten wurde zum einen von den Beteiligten direkt erfragt, in dem die modellierenden Mitarbeiter im halbstandardisierten Interview über folgende Fragen sprachen: „Kann das Modell etwas für die Erklärung Ihrer Aufgaben an Aushilfskräfte beitragen?“; „Sind Änderungsbedürfnisse im Ablauf aufgetaucht, die vor dem Modellieren nicht da waren?“ und „Haben Sie das Gefühl, in dieser Befragung ein gleichberechtigter Partner zu sein?“

Außerdem wurden Daten aus den Beobachtungen gewonnen, die im Rahmen des Projekts „*Führung und Zusammenarbeit*“ aufliefen. Dabei gingen in die Aufzeichnungen alle Aktionen ein, die mit den Vorgangsabbildungen durchgeführt wurden. Speziell wurde auf Veränderungen des Ablaufs in der Abteilung, auf Aktivitäten beim Einweisen der Aushilfskräfte und auf Aktionen zur Einführung neuer Software geachtet. Die gleichberechtigte Einbeziehung der Befragten galt dann als gegeben, wenn die Mitarbeiter ihre IVA- Modelle nutzten oder wenn sie im Interview äußerten, einen positiven Nutzen aus der Modellierung gezogen zu haben.

P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab

Vollständigkeit und Zutreffen der Modelle wurde am Vergleich mit den „*Handbüchern*“ und dem Qualitätsmanagementplan untersucht. Da der Plan die Tätigkeit auf einem sehr abstrakten Beschreibungsniveau darstellte, die persönlichen Beschreibungen aber vor allem die Besonderheiten und Ausnahmen des Ablaufs zeigten, mußte der Vergleich gerichtet stattfinden. Die Abbildung mit IVA galt dann als vollständig, wenn für jedes Element aus „*Handbuch*“ und Managementplan ein Sachverhalt in IVA zu finden war. Dazu wurden alle Beschreibungen einer Testperson (IVA und „*Handbuch*“) zusammen sortiert. Die Inhalte aller Pläne wurden inhaltsanalytisch bearbeitet. Die Inhalte aus „*Handbuch*“ und dem Qualitätsmanagementplan bildeten die Kategorien, für die in den Abbildungen mit IVA Entsprechungen gesucht wurden.

P8 Chancen für die Arbeitsgestaltung werden von den Mitarbeitern genutzt

Ob die Chancen für die Arbeitsgestaltung genutzt wurden, wurde in dieser Untersuchung auf zwei unterschiedliche Arten überprüft. Zum einen boten die Vorher- Nachher- Messung des Projektfragebogens die Möglichkeit, die Änderung der subjektive Sichtweise der Befragten mit den Veränderungen der Positionen der Kontrollgruppe zu vergleichen. Untersucht wurden nur jene 124 Mitarbeiter, die sowohl an der ersten als auch der zweiten „*Führung und Zusammenarbeit*“- Befragung teilgenommen hatten. Als Befragungsgruppe galten die 10 Mitarbeiter der Abteilung Logistik aus beiden Befragungen, fünf davon hatten die IVA- Pläne modelliert, die Abteilungsleiterin hatte das Qualitätsmanagementmodell erzeugt und war wie die restlichen Mitarbeiter an der Aufarbeitung der Modelle für die Abteilung beteiligt.

Dies geschah anhand der Items „Wie zufrieden sind Sie mit Ihren Mitsprachemöglichkeiten?“, „Man kooperiert, um neue Ideen entwickeln und einführen zu können.“; „Unkonventionelle Ideen werden begrüßt; auch wenn sie sich nicht immer umsetzen lassen.“, und „Selbst bei Entscheidungen, die direkt die Interessen der Mitarbeiter betreffen, werden diese vorher nicht nach ihrer Meinung gefragt.“. Die Items waren als Teil des Fragebogens auf einer sechspoligen Skala von „stimmt nicht (nie)“ bis „stimmt (immer)“ zu beurteilen.

Zum anderen wurde die Nutzung der Chancen objektiv erfaßt. Die Beobachtung im Rahmen des Projekts „*Führung und Zusammenarbeit*“ ließen eine Beschreibung der Aktivitäten der Mitarbeiter zur Arbeitsgestaltung zu. Erhoben wurden die verschiedenen Aktionen in der Abteilung, die mit dem Anlaß der Untersuchung in Verbindung standen, wie das Einlernen der neuen Mitarbeiter, die Mitsprache bei der Auswahl von Software und die Verbesserung der abteilungsinternen Abläufe. Außerdem wurden auch andere Maßnahmen zur Gestaltung von Arbeit betrachtet. Zusätzlich bestand während der Laufzeit des Projekts die Gelegenheit, die Beteiligten danach zu befragen, ob die Aktionen mit der Modellierung in Beziehung standen.

P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.

Bei der Operationalisierung dieses Prüfkriteriums stand in der vorliegenden Untersuchung die leichte und universelle Modellierung für den Benutzer im Zentrum des Interesses. Deshalb wurden die Mitarbeiter, die ihre Abläufe mit IVA abgebildet hatten, aufgefordert, das Verfah-

ren zu bewerten. Dazu wurde den Interviewpartnern die Frage gestellt, „Hat Ihnen das Modellieren gefallen?“ Zusätzlich wurden die Befragten gebeten, Verbesserungsvorschläge oder Änderungswünsche für das Verfahren zu nennen. Wenn die Urteile der Interviewpartner positiv ausfielen und keine gravierenden Verbesserungsmöglichkeiten gesehen wurden, galt das als Indiz dafür, daß dem Prüfkriterium durch IVA genügt wird.

6.3.3.3 Ergebnisse

Im folgenden sollen die Ergebnisse der Untersuchung in der Reihenfolge der einzelnen Prüfkriterien aufgezeigt werden.

6.3.3.3.1 Ergebnisse zum Prüfkriterium P4

Die Mitarbeiter wurden zur Prüfung dieser These dazu befragt, ob sich Probleme beim Verständnis des Instruments oder bei seiner Anwendung ergeben hatten.

Alle sechs befragten Mitglieder der kaufmännischen Bearbeitung gaben übereinstimmend an, daß sie keine Schwierigkeiten mit dem Verständnis und der Modellierung von IVA gehabt hätten. Alle Mitarbeiter waren in der Lage, selbständig ihr Modell den anderen Kollegen zu erklären.

6.3.3.3.2 Ergebnisse zum Prüfkriterium P5

Der These, ob die Befragten in das Vorgehen der Untersuchung mit IVA gleichberechtigt mit einbezogen werden, wurde in der vorliegenden Studie einerseits anschließend an die Ergebnismeldung durch direkte Befragung im Interview nachgegangen, andererseits durch Beobachtung der Aktivitäten in der Abteilung. Als Maß der Einbeziehung dienten die Antworten auf die Fragen nach dem definierten Zweck der Modellierung. Diese Ziele hatten sich aus den Wünschen der Mitarbeiter an die Kulturveränderung ergeben.

Auf die Frage; „Kann das Modell etwas für die Erklärung ihrer Aufgaben an Aushilfskräfte beitragen?“, antworteten vier der Interviewpartner verneinend, nur zwei Befragte gaben an, die Modelle zu Demonstrationszwecken zu gebrauchen. Nach den Gründen für den Nichtgebrauch gefragt, äußerte nur eine Person, daß sie ohne Verwendung für die Vorgangspläne sei. Eine Mitarbeiterin fand die Pläne „zu kompliziert zum Vorzeigen“, räumte aber ein, „das mit den Abzweigungen im Ablauf schon zum Erklären“ benutzt zu haben. Bei zwei Befragten hatte es „noch keine Gelegenheit“ zur Nutzung des Modells gegeben. Eine dieser beiden gab an, daß ihr „genau der Ablauf gefehlt“ hätte, den sie gerne erklärt hätte.

Bei der Frage, „Sind Änderungsbedürfnisse im Ablauf aufgetaucht, die vor dem Modellieren nicht da waren?“ waren sich die Ansprechpartner der kaufmännischen Bearbeitung einig, keine neuen Verbesserungspotentiale in den Vorgängen gefunden zu haben. Als Grund dafür gab ein Interviewpartner an: „Wir können unsere Arbeit selbst gestalten, wie sie uns am besten paßt. Nur mit der Arbeit am Computer, da müssen wir halt so umständlich machen, wie es

vorgegeben ist.“ Für einen anderen Mitarbeiter war der entscheidende Nutzen nicht Änderungsmöglichkeiten aufzufinden, sondern „zu sehen, wie kompliziert die Arbeit doch ist, die man macht“.

Schließlich wurde noch die Frage, „Haben Sie das Gefühl, in dieser Befragung ein gleichberechtigter Partner zu sein?“ gestellt. Die sechs befragten Mitarbeiter waren sich in der Beurteilung einig, gleichberechtigt einbezogen worden zu sein. Ein Interviewpartner äußerte „ich hab‘ da genau mein Modell gemacht“, während ein anderer den Verdacht äußerte, die gelungene Einbeziehung hätte „doch NUR am Interviewer“ gelegen.

Die erhobenen Beobachtungsdaten ergaben in den verbleibenden eineinhalb Jahren Laufzeit des Projekts „Führung und Zusammenarbeit“ eine unterschiedliche Nutzungstiefe für die verschiedenen Untersuchungsziele. Innerhalb des Beobachtungszeitraums wurden zweimal temporäre Mitarbeiter eingestellt, die in die bestehenden Arbeitsabläufe eingewiesen werden mußten. Drei der Mitarbeiter der kaufmännischen Bearbeitung waren mit dem Einlernen der neuen Kollegen betraut. Alle drei nutzten für die Weitergabe ihres Wissens die von ihnen geschaffenen Modelle. In der zweiten beobachteten Saison wurden die IVA- Pläne deutlich weniger genutzt, da sich in der Zwischenzeit die Abläufe in der Abteilung durch Umorganisation des Unternehmens stark verändert hatten. Dadurch waren die Pläne stellenweise nicht mehr aktuell. Im Beobachtungszeitraum kam es auch zur Einführung einer neuen Software, leider wurden die Bedürfnisse der Mitarbeiter nicht berücksichtigt. Das lag daran, daß die Abteilung die unternehmensspezifische Lösung übernehmen mußte. Zur Verbesserung der Abläufe wurden die IVA- Modelle nicht genutzt (siehe oben), allerdings dienten sie während der Beobachtungszeit mehrfach den Mitarbeiter zur Visualisierung.

6.3.3.3 Ergebnisse zum Prüfkriterium P7

Die Prüfung der Vollständigkeit der Modelle geschah in der vorliegenden Arbeit anhand des Qualitätsmanagementplans der Abteilung und der „*Handbücher*“ der Mitarbeiter.

Bei dem Vergleich der IVA- Pläne mit dem Qualitätsmanagementmodell zeigte sich, daß die Abbilder der Mitarbeiter den betrieblichen Vorgang im Sinne der Zertifizierungsunterlagen vollständig darstellen. Die vier verschiedenen Abläufe in der Abteilung (Transport, Warenbeschaffung, Musterversand und Rohstoffbestellung) wurden jedoch von den Befragten wesentlich detaillierter beschrieben (vgl. Tab. 7). Während die Qualitätsmanagementpläne mit fünf bis sechzehn Elementen auskamen, nutzten die Mitarbeiter acht bis 149 Modellierungsprimitiven. Zwei Aspekte der Abbildung sprachen dabei ganz besonders für die Vollständigkeit:

Zum einen kam es nicht vor, daß Abschnitte des Qualitätsmanagementsmodells in den IVA- Modellen ausgelassen wurden. Die Abbildungen umfaßten oft nicht den gesamten Vorgang, die Mitarbeiter vergaßen aber auch keine Arbeitsschritte. Auf der anderen Seite waren in den Qualitätsmanagementplänen vier Verzweigungen des Ablaufs vorgesehen, die in allen IVA- Modellen, die diese Teile der Vorgänge darstellen (9 der 16 Abbilder), mit Verzweigungs-

und Vorbedingungskärtchen modelliert wurden. Auffällig war auch, daß die Mitarbeiter für die Darstellung der Abläufe eine andere Form fanden, als die Vorgesetzte der Abteilung im Managementplan. Während die Abläufe für das Qualitätsmanagement nach den vier unterschiedlichen Geschäftsprozessen sortiert wurden, modellierten die Mitarbeiter die gleichen Teiltätigkeiten der vier Prozesse in eine Abbildung, dazu fügten die Befragten Verzweigungen in ihren Modellen ein, wenn die Geschäftsprozesse eine andere Bearbeitung erforderten.

Insgesamt ließen sich aus den IVA- Modellen 23 Einzelbeschreibungen der vier Geschäftsprozesse ableiten. Diese Prozesse wurden mit 12 bis 149 Elementen z.T. nur in Teilbereichen modelliert (vgl. Tab. 7). Jede einzelne Modellierungsprimitive der Qualitätsmanagementpläne wurde mit einem bis 90 Elementen ($M = 19,42$; $SD = 18,58$) dargestellt. Die häufigste Anzahl der benutzten IVA- Karten für ein Modellteil des Managementplans waren jedoch nur vier Elemente (Modus = 4; $n = 16$).

	Anzahl der Modellelemente im Qualitätsmanagement- Plan	Anzahl der Modellelemente in IVA
Transport	5 (n=1)	29 – 98 (n = 8; M = 55,5)
Warenbeschaffung	7 (n=1)	42 – 87 (n = 3; M = 61)
Musterversand	14 (n=1)	29 – 149 (n = 12; M = 66,83)
Rohstoffbereitstellung	16 (n=1)	12 – 130 (n = 3; M = 74,33)
Gesamt	42 (M=10,5)	12 – 149 (n = 26; M = 63,53)

Tabelle 7: Genutzte Elemente von IVA zur Abbildung der Geschäftsprozesse (n: Anzahl; M: Mittelwert).

Die Auswertung des Vergleichs der IVA- Modelle mit den „*Handbüchern*“ ergab ein anderes Bild: An dieser Stelle wurde geprüft, ob die Inhalte der unstrukturierten Beschreibungen der Befragten in den IVA- Modellen beschrieben werden (vgl. Tab. 8).

Beim Vergleich dieser Modellinhalte konnte zwischen drei Kategorien unterschieden werden. Die Mitarbeiter modellierten in ihren „*Handbüchern*“ zum einen notwendige Arbeitsschritte, in dem sie zu diesen Screenshots der nötigen Befehlszeilen ausdrückten. Diese wurden unter der Rubrik „*Arbeitsschritte*“ gezählt. Dann wurden von den Befragten in den Ausdrucken oder anhand beigefügten Arbeitsmaterials die Sonderfälle der Bearbeitung notiert. Darunter fielen

alle alternativen Bearbeitungswege und Arbeitsschritte, die nur bei dem Eintreten gewisser Vorbedingungen ausgeführt wurden. Die Kategorie für solche Notierungen in den „*Handbüchern*“ lautet „*Sonderfälle*“. Schließlich fanden sich noch Anmerkungen, die in keine der beiden genannten Gruppen einzuordnen waren. Allen gemeinsam war, daß die Mitarbeiter dort spezifische Eingabehilfen der genutzten Softwaretools notiert hatten. Diese wurden in der Rubrik „*Eingabehilfen*“ zusammengefaßt.

	Vorhanden	nicht vorhanden	Summe
Arbeitsschritte	61	1	62
Sonderfälle	21	12	33
Eingabehilfen	5	4	9
Summe	87	17	104

Tabelle 8: Inhalte der „Handbücher“ in den IVA- Modellen.

Insgesamt wurden in den sechs „*Handbüchern*“ 104 unterschiedliche Inhalte von den Befragten festgehalten. Etwa ein Fünftel der beschriebenen Sachverhalte wurde nicht in den IVA-Modellen erwähnt. Diese fehlenden Inhalte verteilten sich auf die drei Auswertungskategorien allerdings in unterschiedlicher Häufigkeit. Nur in einer Beschreibung fand sich ein Sachverhalt, der nicht im dazugehörigen IVA- Modell dargestellt wurde. Die häufigsten Unterschiede ergaben sich in der Kategorie „*Sonderfälle*“. Hier wurden drei Viertel der nicht in IVA auftauchenden Inhalte gefunden. Die Befragten nannten in dieser Rubrik z.B. „wenn ein zweiter Ausdruck benötigt wird“ , „wenn eintägige Lieferfrist gewünscht: superdringend notieren“ oder „verschiedene Unterschriftsberechtigungen beachten“. Bei der Kategorie „*Eingabehilfen*“ wurde in IVA anteilig am meisten weggelassen. Die unterschiedlichen Tastenkombinationen wurden in den IVA- Modellen vor allem mit dem Element „Werkzeug“ abgebildet. So wurde z.B. aus „CFM Enter drücken“ im „*Handbuch*“ das Werkzeugkärtchen mit der Beschriftung: „ELSA [Name des Programm- Moduls] CFM“.

Damit konnte geschlossen werden, daß IVA keine Defizite gegenüber der Abbildung der Qualitätsmanagement- Modelle aufwies, jedoch bei dem direkten Vergleich mit den „*Handbüchern*“ nicht die erwarteten positiven Ergebnisse zeigte. Allerdings sind die Ergebnisse nicht dramatisch, da vor allem seltene „*Sonderfälle*“ nicht in die Modellierung mit eingegangen sind.

6.3.3.3.4 Ergebnisse zum Prüfkriterium P8

Ob die Chancen für die Arbeitsgestaltung durch die Mitarbeiter genutzt wird, wurde in dieser Untersuchung durch Fragebogendaten und durch die Ergebnisse aus der Prozeßbegleitung geprüft.

Trotz der methodischen Schwierigkeiten des Vergleichs der Fragebogendaten der beiden Meßzeitpunkte ergaben sich Anhaltspunkte dafür, daß die Mitarbeiter der Logistik nach der Modellierung mehr Situationen erlebten, in denen sie beteiligt werden wollten, jedoch, da sie die Beteiligung nicht erlebten, eine stärkere Unzufriedenheit mit den Mitsprachemöglichkeiten entwickelten (vgl. Tab. 9 in Anhang II). Auf der anderen Seite hatten die Mitarbeiter der Logistik in der Tendenz nach der Modellierung mit IVA mehr das Gefühl, daß ihre Ideen berücksichtigt wurden.

Die Beobachtungen aus der Begleitforschung wurden in Kapitel 6.3.3.3.2 weitgehend beschrieben. Über diese Schilderungen hinaus, wurden die mit IVA erstellten Pläne von den Mitarbeitern der Logistik als Hilfsmittel zur Arbeitsgestaltung gebraucht. Im Anschluß an einen Workshop und einer Follow-up-Maßnahme zur Verbesserung der Kommunikation zwischen den Bereichen Lager und kaufmännische Bearbeitung, bekamen die Modelle der befragten eine besondere Bedeutung. Die IVA-Modelle wurden von den Mitgliedern der Abteilung zum Visualisieren der Abläufe genutzt. Diese Nutzung geschah mehrfach, unregelmäßig und nach dem Bedarf der Mitarbeiter gesteuert.

6.3.3.3.5 Ergebnisse zum Prüfkriterium P9

Die Benutzer wurden im Interview dazu befragt, ob die Modellierung leicht und universell war. Auf die Frage „Hat Ihnen das Modellieren gefallen?“ antworteten alle sechs Befragten zustimmend. Dabei reichte der Gefallen am Verfahren vom Wunsch „selbst einmal mit dem Instrument einen Ablauf abwickeln“ (eine Nennung) zu können, bis zur Aussage „es war nicht schlimm“ (eine Nennung). Gefragt nach Verbesserungsmöglichkeiten oder Änderungswünsche, gaben fünf Personen keine Bedürfnisse an. Eine Befragte hatte „Mühe“ mit der Benennung der Zwischenergebnisse und wünschte sich das für das Abbilden des Vorgangs ausschließlich die Nutzung des Elements „Arbeitsschritt“.

6.3.3.4 Diskussion

Die Überprüfung von IVA innerhalb eines Veränderungsprozesses führte zu Ergebnissen, die im großen und ganzen die Qualität des Verfahrens belegen.

Bei der Prüfung, ob die Kombination der Elemente eindeutig und widerspruchsfrei geschieht, ergaben sich aus der Beobachtung und Befragung der Mitarbeiter keine Argumente, die dagegen sprechen, daß IVA dem Prüfkriterium genügt. Dieser Tatsache gebührt deshalb besondere Beachtung, da die befragten Spezialisten bereits eigene Ideen für die Abbildung von betrieblichen Vorgängen entwickelt hatten. Dadurch konnten die Mitarbeiter ihre Erfahrungen bei der Modellierung an den bereits entwickelten Strukturen messen. Die Tauglichkeit, sowohl von Syntax als auch von Semantik, wurde aus der Perspektive des „Experten“ für die Bedürfnisse bei der Aufgabenabbildung beurteilt.

Die gleichberechtigte Einbeziehung der Mitarbeiter in die Untersuchung mit IVA wurde im Interview und in der Beobachtung des Geschehens in der Abteilung geprüft. Die Antworten auf die Fragen des Interviews zeigten auf, daß die Mitarbeiter zwar das Gefühl hatten, einbezogen zu sein, dieses aber nicht durch die Empfindung gestützt wurde, auch die selbst gesteckten Ziele der Beteiligung zu erreichen. So fanden sich durch den Einsatz von IVA keine Ansatzpunkte für Verbesserungen des Ablaufs und nur zwei der sechs Befragten hatten ihr Modell zur Schulung der Aushilfen gebraucht. Dennoch sprechen die Ergebnisse für die Einbeziehung und die Akzeptanz des Verfahrens. Diese wurden in den Gründen deutlich, die gegen die Benutzung der IVA- Pläne angeführt wurden (keine Nutzungsgellegenheit, es fehlt das richtige Modell). Tatsächlich äußerten die Befragten Interesse und Bedarf an der Methode. Dieses wurde auch durch die Prozeßbeobachtungen aus den Projektdaten gestützt. Die IVA-Modelle wurden von den Befragten verwendet, allerdings nicht im erhofften Umfang. Die Veränderungen im Ablauf, die den Beteiligten nach der Erhebung durch die Umorganisation des Unternehmens aufgezwungen wurde, führte dazu, daß die Pläne veralteten und nicht mehr gebraucht wurden. Bei den Mitarbeitern hatte sich durch das Projekt „Führung und Zusammenarbeit“ und durch die Modellierung der Abläufe die Erwartung aufgebaut, bei der Veränderung stärker beteiligt zu werden. Im Falle dieser Untersuchung wurde auch die Hoffnung, bei der Auswahl der Software integriert zu werden, enttäuscht. Damit trug IVA dazu bei, daß die Befragten durch eine größere Erwartungshaltung die Geschehnisse in den Interviews in düsteren Farben ausmalten.

Der Vergleich der IVA- Modelle mit dem Qualitätsmanagementplan und den sogenannten „Handbüchern“ der Mitarbeiter zur Ermittlung der Vollständigkeit der Abbildung von IVA ergab ein geteiltes Bild. Das Auffinden aller Inhalte des Managementmodells gelang zwar vollständig. Jeder Inhalt wurde über die verschiedenen Modelle verteilt abgebildet und es gab keine Auslassungen bei den modellierten Abschnitten des Ablaufs. Die nötigen Verzweigungen und Vorbedingungen wurden in allen IVA- Modellen zutreffend gesetzt. Allerdings war das Abstraktionsniveau der IVA- Beschreibungen auch wesentlich detaillierter. Dadurch stellte der Qualitätsmanagementplan der Abteilung den kleinsten gemeinsamen Nenner zwischen den Abbildungen der Befragten dar.

Die Inhalte der „Handbücher“ fanden sich nicht, wie gewünscht, in IVA vollständig wieder. Leider blieb fast ein Fünftel der Inhalte aus den persönlichen, unstrukturierten Ablaufbeschreibungen unerwähnt. Ein Großteil der fehlenden Inhalte befaßte sich allerdings mit Tastenkombinationen und solchen Sonderfällen, die erst bei einer detaillierteren Beschreibung der Aufgaben zum Tragen kommen würde. Die notwendigen Arbeitsschritte fanden sich jedoch, bis auf eine Ausnahme, lückenlos in den Abbildungen. Auf diese Weise erscheint es legitim, die Abbildungen mit IVA weiterhin vollständig zu nennen.

Die Untersuchung, ob die Mitarbeiter die Chancen für die Arbeitsgestaltung genutzt hatten geschah mit Fragebogendaten aus der Veränderungsmessung im Rahmen des Projekts „Füh-

„*Führung und Zusammenarbeit*“ und durch Beobachtungsdaten der Prozeßbegleitung. Zu den methodischen Schwierigkeiten der Veränderungsmessung gehörte einerseits die Stichprobenauswahl, mit der hohen Mortalität zwischen Erst- und Zweitbefragung und der unterschiedlichen Gruppengröße zwischen 10 Mitgliedern der Logistikabteilung und 106 Mitgliedern des restlichen Werks. Andererseits war die Operationalisierung der Fragen, bedingt durch die Fragestellung des „*Führung und Zusammenarbeit*“- Projektes, vom Prüfkriterium entfernt. Dennoch sprachen die Ergebnisse zu sehr dafür, daß die Beteiligten nach der Modellierung den Wunsch zu mehr Beteiligung verspürten, als daß die, zugegebenermaßen mit Vorsicht zu interpretierenden, Ergebnisse unterschlagen werden sollten. Beim Vergleich der Veränderung der relevanten Items gab es zwei gegenläufige Trends. Auf der einen Seite hatten die Mitarbeiter der Logistik in der Tendenz nach der Modellierung mit IVA mehr das Gefühl, daß ihre Ideen berücksichtigt wurden. Andererseits bewerteten sie die Mitsprachemöglichkeiten und ob sie nach ihrer Meinung gefragt wurden, schlechter, letzteres statistisch bedeutsam niedriger. Als Erklärung dafür läßt sich anführen, daß durch die Modellierung das Anspruchsniveau an Beteiligung gestiegen war. Der Soll- Ist Vergleich des Mitarbeiters in der Logistik fiel dadurch schlechter aus als im Rest des Werks. Die Ergebnisse sprachen in dieser Form also dafür, daß sich durch die Modellierung zwar das Anspruchsniveau gehoben hatte, und daß sich die Mitglieder der Logistikabteilung mehr Gedanken über Veränderungsmöglichkeiten machten, gleichzeitig aber nicht die Chance erhielten, ihre Arbeit zu gestalten (vgl. Antoni, 1996). Nicht vergessen werden darf bei der Interpretation der Daten die große Menge an alternativen Variablen, die für den Unterschied zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe verantwortlich sein können. So waren z.B. die Maßnahmen, die im Verlauf des Projekts „*Führung und Zusammenarbeit*“ eingeleitet wurden, in den verschiedenen Abteilungen des Werks sehr unterschiedlich. Ebenso gab es Verschiedenheiten beim Ausbildungsniveau und bei der Zusammensetzung der Geschlechter der Mitarbeiter. Es war also kein Wunder, daß sich die Unterschiede zwischen Kontroll- und Experimentalgruppe in Grenzen hielten. Außerdem war für die Messung von statistisch bedeutsamen Unterschieden die Anzahl der Mitarbeiter ziemlich klein, zumal bei der Bewertung der Aussagen ein Deckeneffekt auftrat. Deshalb waren die qualitativen Daten der Prozeßbegleitung wesentlich aussagekräftiger, die zeigten, daß die Mitarbeiter die Modelle für ihre Zwecke nutzten oder nutzen wollten. An dieser Stelle muß auch berücksichtigt werden, daß die Anforderung an das Instrument vor allem vorsehen, daß objektive Gestaltungsmöglichkeiten für die Beteiligten eröffnet werden (vgl. Kap. 4.5). Nachgefragt und beobachtet wurde jedoch die subjektive Sichtweise der Betroffenen. Die vorliegenden Ergebnisse weisen zwar daraufhin, daß sich auch in der Sichtweise der Befragten etwas verändert hat, für die eigentliche Operationalisierung der Forschung zu dieser Fragestellung muß jedoch noch ein befriedigenderer Zugang gefunden werden.

Die Ergebnisse zur Frage nach der Leichtigkeit und Universalität des Verfahrens aus der Perspektive der Benutzer fielen durchweg positiv aus. Diesem Teil des Gütekriteriums wurde durch die Angaben der Befragten entsprochen.

Insgesamt zeigte sich, daß die untersuchten Gütekriterien durch die Erkenntnisse der vorliegenden Untersuchung für IVA unterstützt wurden. Dabei erwiesen sich die Daten aus der Prozeßbegleitung als klärender für den Sachverhalt als die Begutachtung der erarbeiteten Modelle. Diese wiederum waren in der Untersuchung aussagekräftiger als die Selbstauskünfte der Modellierenden, sei es im Interview oder im Fragebogen. Besonders die Effekte der Abbildung des Vorgangs schienen für die Modellierenden nicht transparent zu sein. Tatsächlich waren aber Auswirkungen von außen beobachtbar, und in Grenzen auch in den Modellen und Aussagen nachzuweisen. Erschwert wurde diese Probe durch die Tatsache, daß in die Beurteilung der Beteiligung viele verschiedene historische und situative Variablen eingehen (vgl. Trost, 1999; Sudman, Bradburn & Schwarz, 1996), bei denen die einmalige Abbildung des Vorgangs, die ein halbes Jahr vor der zweiten Messung stattfand, nur eine unbedeutende Rolle spielen mußte. An dieser Stelle war eine historische, weil prozeßbegleitende Perspektive im Vorteil, wenn die Chance bestand, wie in diesem Fall, die Geschehnisse mit dem, was sie für die Beteiligten bedeuteten, in Beziehung zu bringen (vgl. Strauss & Corbin, 1996).

6.3.4 Modellierungsexperten und -laien

Die Aufgaben verschiedener Auftragnehmer des gleichen Arbeitsauftrags können sehr verschieden sein, da der Mitarbeiter seinen Auftrag subjektiv zu seiner Aufgabe umformuliert (vgl. Kap. 4.3; Ulich, 1994). Es gibt Indizien dafür, daß die Differenz zwischen Auftrag und Aufgabe mit zunehmender Erfahrung des Ausführenden größer wird (vgl. Hacker, 1998 S. 369ff; Strohschneider, 1990; Frei, Duell & Baitsch, 1984; Duell & Frei, 1986). Dieser Aspekt der Erfahrung wird auch in der Forschung zur Effizienz des Ansatzes der objektorientierten Programmierung berücksichtigt. Ergebnisse der Effizienzprüfung legen nahe, daß sowohl Vorwissen als auch Aufgabentyp dafür entscheidend sind, der Objektorientierung gegenüber der prozeßorientierten Programmierung den Vorzug zu geben (Agarwai, Sinha und Tanniru 1996).

In der folgenden Untersuchung wurde die Frage geklärt, wie Vorgangsmodelle zu vergleichen sind. Wichtige Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Modelle ist, daß alle Befragten für sich die gleiche Aufgabe definiert haben. Die Abweichung vom Auftrag muß dafür so gering wie möglich sein. Um die Übertragbarkeit auf die Softwareentwicklung zu gewährleisten, muß der Auftrag eine softwaregestützte Tätigkeit beinhalten. Diese Anforderungen wurden in der beschriebenen Untersuchung dadurch befriedigt, daß allen Versuchspersonen eine ungebrauchliche Datenbankapplikation als Präsentation dargeboten wurde.

Dabei galt es das Problem der Übertragbarkeit des Auftrags des Experiments auf reale Vorgänge zu bedenken:

“The fundamental problem is not that experimental tasks are unlike real tasks but that their relationship to real tasks is not established by some real means.” (Campion, 1989)

In dieser Untersuchung wurde dieser Aspekt dahingehend berücksichtigt, daß als Reizmaterial eine konkrete Auftragsbearbeitung an einem genutzten Softwareprodukt dargeboten wurde. Zusätzlich wurden die Befragten durch die Instruktion des Versuchs in eine realistische Rolle gedrängt, nämlich die des Softwareexperten oder Arbeitswissenschaftlers, der zuerst die Aufgabe genau beschreiben sollte.

Thema des Versuchs war der Auftrag, Projektdaten in eine Datenbank einzupflegen. Nach der Darbietung beschrieben die Befragten den Vorgang. Dadurch wurde das Wissen über die abzubildende Arbeit standardisiert, und alle Probanden gingen vom gleichen Ausgangspunkt aus. Damit war die Grundlage dafür gelegt worden, die Güte von IVA mittels eines experimentellen Designs überprüfen zu können.

6.3.4.1 Fragestellung

Ziel des geschilderten Experimentes war, IVA durch den Vergleich der entstandenen Vorgangsmodele zu validieren. Zusätzlich wurden die Meinungen der Befragten mittels eines Fragebogens erhoben. Auf diese Weise konnten mit der Untersuchung zwei grundsätzliche Fragen geklärt werden:

- Ist IVA in der Kombination aus Interview- und Legetechnik dem einfachen strukturierten Interview überlegen?
- Trägt IVA dazu bei, daß die Abbildung des Vorgangs für Softwareentwickler und Benutzer gleich „fair“ verläuft?

<i>Prüfkriterien bei Modellierungsexperten und –laien</i>	
<i>P1 Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.</i>	<i>X</i>
<i>P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend.</i>	<i>X</i>
<i>P3 Die Elemente sind eindeutig definiert.</i>	
<i>P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.</i>	<i>X</i>
<i>P5 Die Befragten werden bei der Befragung mit IVA gleichberechtigt einbezogen.</i>	
<i>P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodele der Befragten vollständig und zutreffend ab.</i>	<i>X</i>
<i>P7 IVA kann die Abläufe auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden.</i>	<i>X</i>
<i>P8 Chancen für die Arbeitsgestaltung werden von den Mitarbeitern genutzt.</i>	
<i>P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.</i>	<i>X</i>
<i>P10 Das Instrument sorgt unabhängig von den Vorkenntnissen für Chancengleichheit bei der Abbildung von Vorgängen.</i>	<i>X</i>

Zu diesem Zweck wurde je eine Gruppe aus Laien und aus Experten zusammengestellt, denen ein Vorgang zur Datenbankpflege gezeigt wurde. Dann wurde eine Gruppe der Versuchspersonen mit IVA befragt, während die andere Gruppe zum Vorgang strukturiert interviewt wurde.

Da die Aufgaben einer theoretisch beliebig großen Menge von Versuchspersonen vergleichbar waren, konnten nun genügend Aufgabenmodelle erhoben werden, um Interviewereffekte zu überprüfen. Damit konnte das Prüfkriterium P1 in dieser Studie untersucht werden.

Die Erfahrungen der verschiedenen Interviewer mit unterschiedlichen Versuchspersonen konnten dazu herangezogen werden, die Anzahl der Elemente und damit das Kriterium P2 zu prüfen. Im Vergleich mit Beschreibungen, die nur mit dem Interviewleitfaden von IVA, nicht jedoch mit der Strukturlegetechnik des Instruments erzeugt wurden, konnte zusätzlich der Anteil der Legetechnik deutlich gemacht werden. Schließlich konnte auch die Anzahl und Art der von den Probanden benutzten Elemente betrachtet werden.

Auch zur Untersuchung des Prüfkriteriums P4 konnten die Erfahrungen der Beteiligten und zusätzlich die Analyse der gemachten Fehler eingesetzt werden.

Für die Untersuchung des Kriteriums P6 boten sich drei Lösungswege an: Zum einen war der Auftrag bekannt. Da die Aufgabe dem Auftrag als identisch vorausgesetzt wurde, konnte die Vollständigkeit der Abbildung im Vergleich mit den Elementen des Auftrags geschehen. Damit das subjektive Vorgangsmodell komplett war, mußten alle Teile des Auftrags abgebildet sein. Zum anderen ließ sich die Vollständigkeit der Modelle im Vergleich zu den Modellen anderer Versuchspersonen überprüfen. Besonderes Gewicht mußte die erschöpfende Darstellung im Vergleich zu den Interviews haben, da IVA den Anspruch hat, das subjektive Vorgangsmodell einfacher und vollständiger zu erfassen als die herkömmliche Methode der Befragung. Schließlich konnte auch noch die Meinung der Befragten erhoben und quantifiziert werden.

Für die Prüfung des Kriteriums P7 kam es darauf an, für welches Detaillierungsniveau der Vorgangsschilderung sich die Versuchspersonen entschieden. Die Modelle und Beschreibungen mußten so gestaltet sein, daß sie auf jedem Detailniveau sinnvoll bleiben.

Diese These P9 ließ sich anhand der Meinung der Befragten überprüfen. Hier wurde der Vergleich zur Gruppe der Interviewten bedeutsam. Außerdem kann auch die Meinung der verschiedenen Interviewer erhoben werden.

Die Befragten wurden mittels Interviews und mit IVA untersucht. Dadurch ließ sich im Sinne des Prüfkriteriums P10 erheben, ob sich im Interview Unterschiede zwischen Modellierungsspezialisten und -laien ergaben, die bei der Abbildung des Vorgangs mit IVA nicht auftraten. Genau diese verschiedenen Qualitäten durften nämlich nicht zwischen den beiden Gruppen auftreten, wenn das Instrument sich neutral gegenüber den Vorkenntnissen in der strukturierten Abbildung auswirken sollte.

6.3.4.2 Methode

Die Untersuchung fand im Frühjahr 1998 in den Räumlichkeiten der Universität Mannheim statt. Sie wurde mit 41 Studierenden der Universität Mannheim und der Fachhochschule Karlsruhe im Alter zwischen 21 und 35 Jahren durchgeführt. Die Versuchspersonen wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Die Gruppe „Modellierungsexperten“ bestand aus Studenten der Informatik und Wirtschaftsinformatik im Hauptstudium ab dem 6. Semester. Der überwiegende Teil der Versuchspersonen gab an, eigene objektorientierte Projekte erfolgreich abgeschlossen zu haben. Die Gruppe „Modellierungslaien“ wurde aus Studierenden der Psychologie und anderer Sozial- und Geisteswissenschaften rekrutiert. Keiner der Angehörigen dieser Gruppe hatte Erfahrungen in der Softwareentwicklung oder mit dem Modellieren von Vorgängen gemacht. Es wurde versucht, den Anteil an weiblichen Versuchspersonen (etwa ein Drittel) in beiden Gruppen anteilig gleich zu gestalten. Um die Gruppen bezüglich der Alters- und Geschlechtsverteilung parallel zu halten, mußten Studenten der Fachhochschule Karlsruhe für die Besetzung der Expertenzellen rekrutiert werden

Die jeweils zwanzig Experten und Laien wurden zufällig in zwei Gruppen unterteilt, die einen wurden mit IVA befragt, die anderen mittels eines strukturierten Interviews. Auf diese Weise ergab sich ein Vier- Felder- Versuchsplan:

	Modellierungslaien	Modellierungsexperten
IVA	10 VP	10 VP
Interview	11VP	10 VP

Tabelle 10: Versuchsplan mit Anzahl der Versuchspersonen (VP)

Bei der Auswahl der Versuchspersonen wurde darauf geachtet, daß das Verhältnis zwischen Männern und Frauen in den Zellen etwa gleich ist. Die Untersuchung wurde mit zwei anderen Interviewern außer dem Autor durchgeführt, die vorher eine eineinhalbtägige Schulung mit IVA bekamen. Alle Interviewer übernahmen aus jeder Zelle mindestens drei Probanden.

6.3.4.2.1 Versuchsdurchführung

Die Versuchspersonen wurden zu Beginn der Erhebung darüber aufgeklärt, daß das Thema der Untersuchung die Wahrnehmung von Aufgaben ist. Sie wurden darüber informiert, daß sie sich mit einer Auftragsbearbeitung an einer Datenbank vertraut machen sollten, um anschließend diese Aufgabe so genau wie möglich zu beschreiben. Sie bekamen das Thema des Auftrags genannt, nämlich Projektdaten in eine Datenbank einzupflegen. Es wurde erklärt, daß sie nun hintereinander beispielhaft drei Arten der Auftragsbearbeitung beobachten würden, mit dem Ziel, die Arbeit so darzustellen, daß alle unterschiedlichen Bearbeitungen in der Beschreibung berücksichtigt werden. Dann wurde den Probanden der Ablauf der Untersuchung

erläutert und Gelegenheit zu Rückfragen gegeben. Schließlich wurden ihnen drei schriftliche Projektbeschreibungen ausgehändigt.

Das Programm I3V, dessen Modul „Projektdatenbank“ die Grundlage für den Auftrag „Projektdaten einpflegen“ bildet, greift auf eine Datenbank im internen Universitätsnetz zu. Um Schwankungen der Zugriffszeiten auszugleichen, wurde der zu modellierende Vorgang in Form einer zeitstandardisierten PowerPoint-Präsentation dargeboten (vgl. Abb. 35). Die Probanden bekamen den gleichen Vorgang dreimal in unterschiedlichen Bearbeitungsvariationen gezeigt, damit sie sich ein Bild von den Wahlmöglichkeiten während des Ablaufs machen konnten. Dabei wurden drei Projekte in die Datenbank eingepflegt. Gezeigt wurde der jeweilige Screenshot der Bearbeitung mit zusätzlichen Kommentaren zu einzelnen Bearbeitungsschritten in Sprechblasen. Diese Kommentare nahmen während der drei Varianten in der Menge ab, um den Versuchspersonen die sukzessive Übernahme der Aufgabe zu suggerieren. Zusätzlich konnten die Probanden die Bearbeitung anhand der zugrundeliegenden Projektbeschreibungen nachvollziehen.

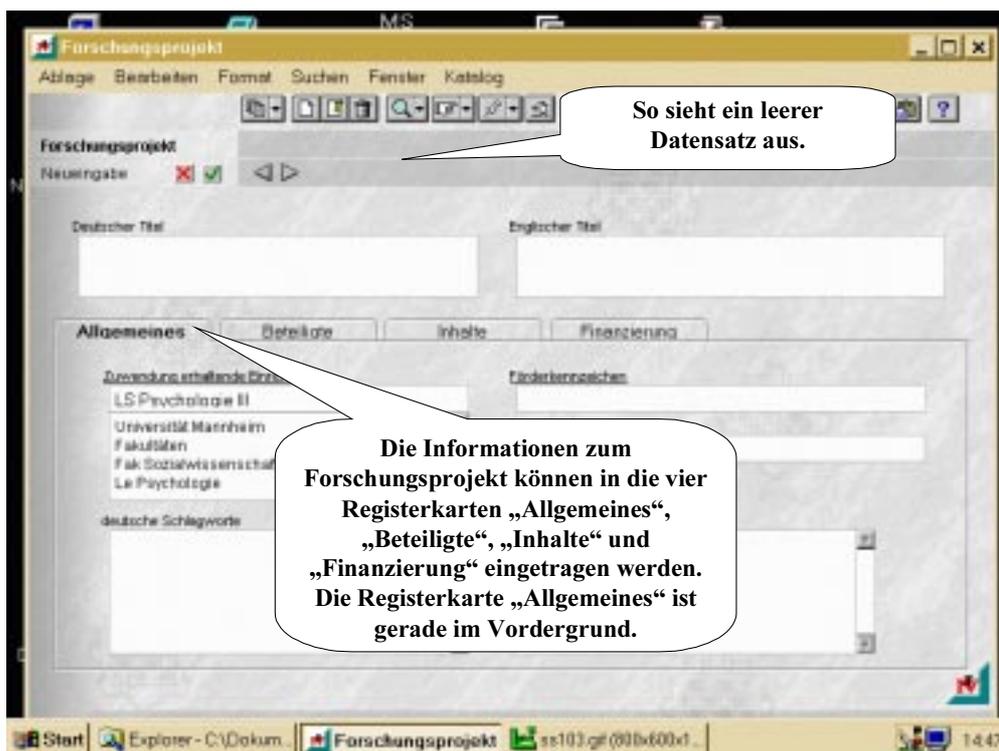


Abbildung 35: Reizmaterial für den Versuch

Der Auftrag „Projektdaten einpflegen“ bestand aus mehreren Schritten. Zunächst mußte das Programm und die Datenbankapplikation geöffnet und ein neuer Datensatz angelegt werden. Dann wurden die Projektdaten in verschiedenen Maskenfeldern eingegeben. Dabei standen dem Bearbeiter ein Haupteingabefeld nebst vier Karteikartenansichten zur Verfügung, die er in freier Reihenfolge bearbeiten konnte. Jedes Maskenfeld war unabhängig von der Reihenfolge zu bearbeiten, dabei ist zwischen Feldern zu unterscheiden, die ausgefüllt werden muß-

ten, um den Datensatz abspeichern zu können, und solchen, deren Beschriftung freigestellt war. Pflichtfelder waren markiert und mit einer Defaulteinstellung oder einer Auswahlliste bestückt. Schließlich mußte der Datensatz gespeichert werden und das Modul konnte verlassen werden.

Im Anschluß an die Präsentation, die ungefähr 15 Minuten dauerte, wurden die Probanden mit den fünf aussagekräftigsten Screenshots versorgt, die alle Karteikarten und dem Eingangsbildschirm ohne Kommentare zeigen. Ihnen wurde ihre Spezialistenrolle für die Tätigkeit klargemacht und die grundlegenden Fragen der Untersuchung genannt. So sollte die Untersuchung klären:

- Wie sehen Beschreibungen oder Modelle der Tätigkeit aus?
- Unterscheiden sich die Beschreibungen von Personen, die in der Analyse von Abläufen geschult sind (Informatik- und Wirtschaftsinformatikstudenten), von denen, die es nicht sind (Studenten anderer Studiengänge)?

Die Probanden wurden noch einmal darauf hingewiesen, daß sie die Aufgabe so genau wie möglich beschreiben und alle unterschiedlichen Bearbeitungsformen berücksichtigen sollten. Sie wurden darauf hingewiesen, daß sie alles zur Verfügung stehende Material benutzen konnten (Screenshots; Projektbeschreibungen) und daß sie durch ein Interview angeleitet wurden.

Die Befragten, die mit IVA interviewt wurden, wurden mit dem unveränderten Instrument untersucht. Bei der Erhebung wurde aus Zeitgründen nur die Erhebung des Vorgangsmodells durchgeführt, auf die Phase der Vervollständigung/Konsensuale Validierung jedoch verzichtet. Es wurde in dieser Variante zugunsten der Minimierung der Mortalität auf Kosten der Vollständigkeit der Modelle entschieden. Dieses Vorgehen erscheint vertretbar, da die Vergleichbarkeit gegenüber dem Interview vergrößert wurde, bei dem es auch keine Phase zur Vervollständigung gibt.

Jene Versuchspersonen aus der Interviewbedingung wurden mit einem strukturierten Interview geleitet, das analog zum IVA- Interview zuerst die Tätigkeit strukturierte, dann Ausgangspunkt sowie Ziel nennen ließ und schließlich aufforderte, die einzelnen Arbeitsschritte zu benennen. Diese Aussagen wurden vom Untersucher stichwortartig nach festgelegten Regeln protokolliert. Auf diese Weise wurde streng genommen der Anteil, den die Strukturlegetechnik am Erfolg des Instruments hat, untersucht.

Schließlich wurde allen Versuchspersonen ein Fragebogen mit Items zur Zufriedenheit mit dem Modellierungsverfahren ausgeteilt. Der Fragebogen bestand aus 12 Fragen, die auf den fünf Stufen der Zustimmung „stimmt nicht“, „stimmt eher nicht“, „teils- teils“, „stimmt eher“ und „stimmt“ beantwortet werden können.

Die Erhebung dauerte in allen vier Versuchsbedingungen etwa eine Stunde, inklusive der Anweisungen und der Präsentation des Vorganges.

6.3.4.2.2 Operationalisierung der Prüfkriterien

Für die Untersuchung der Prüfkriterien wurden zu den Thesen die Gegenthese formuliert. Es wurde versucht, Argumente zur Bestätigung der Gegenthese zu finden. Die Operationalisierung der Überprüfung soll nun beschrieben werden:

P1 Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.

Überprüft wurde das Kriterium am Vergleich der Modelle der drei beteiligten Interviewer. Alle Interviewer hatten mindestens sechs verschiedene Interviews mit IVA gemacht. Diese ließen sich nach folgenden Kriterien vergleichen: Es wurden die Anzahl der verwendeten Karten, die Anzahl der genutzten Elemente, die Anzahl der Verzweigungen und die Zahl der fehlerhaft benutzen Elemente daraufhin überprüft, ob sie sich voneinander zwischen den Interviewern unterscheiden. War das nicht der Fall, mußte die Gegenthese verworfen werden. Gab es einen Unterschied, mußte noch abgeklärt werden, ob dieser ausschließlich bei den IVA- Modellen zu finden war, was für eine schlechte Verfahrensbeschreibung gesprochen hätte, oder ob sie bei allen Beschreibungen, nämlich auch bei den Interviews, auftraten. Hier konnten die Anzahl der genannten Inhalte, die Form des Modells und die Beschreibung von Zyklen innerhalb der Modelle zum Vergleich herangezogen werden. Die Form des Modells konnte entweder linear, also ohne Verzweigung des Ablaufs, oder mit vier Wahlmöglichkeiten der Bearbeitung, analog den vier Karteikarten, oder mit fünf Verzweigungen dargestellt werden (vier Karteikärtchen und das Haupteingabefeld, aus dem ausgewählt werden kann).

Wenn sich in diesen Dimensionen der Qualität der Modelle die Untersucher bei allen Modellen nicht unterschieden, die IVA- Beschreibungen auf den oben genannten Kriterien aber dennoch, dann galt die Gegenthese als angenommen.

P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend

Um Indizien für die Gültigkeit der Gegenthese zu finden, trafen sich im Anschluß an die Befragung die Interviewer, um kritisch zu erörtern, ob für die Beschreibungen Elemente gefehlt haben. Argumente und Ergebnisse wurden protokolliert.

In einem zweiten Auswertungsschritt wurden alle Modelle und Beschreibungen sowie die Auftragspräsentation selbst von allen drei Interviewern einer Inhaltsanalyse unterzogen, mit dem Ziel, alle im Vorgang enthaltenen oder geschilderten unterschiedlichen Teile des Vorgangs als Kategoriensystem zu erzeugen. Anschließend wurde jede Beschreibung von zwei der drei Interviewer nach dem erarbeiteten System kategorisiert. Auf diese Weise war erkennbar, welcher Inhalt bei welcher Experimentalgruppe vorkam. Wenn es Inhalte gab, die bei der Gruppe der Interviewer, nicht jedoch bei den IVA- Modellen gefunden wurden, sprach das für die Verwendung der Gegenthese.

Schließlich wurde bei den IVA- Modellen erhoben, welche Elemente nicht benutzt wurden. Die absolute Anzahl der Nichtnutzungen von Elementen zeigte den Stellenwert dieser Modellierungsprimitive für das Instrument.

P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.

Auch diese These wurde anschließend an die Erhebung zwischen den Interviewern diskutiert und protokolliert. Ziel der Diskussion war es, Argumente für die Gegenthese zu finden. Zusätzlich wurden die Befragten in einem Fragebogen im Anschluß an die Darstellung des Vorganges interviewt. Zur eindeutigen und widerspruchsfreien Abbildung mußten die Versuchspersonen die Aussage „Meine Darstellung der Aufgabe wird mit der anderer Versuchspersonen übereinstimmen“ einschätzen. Eine schlechtere Einschätzung der Probanden, die mit IVA interviewt wurden, gegenüber der Interviewgruppe, bedeutete ein Argument für die Verwendung der Gegenthese.

In einem zweiten Schritt wurden die IVA- Modelle einer Überprüfung der semantischen Richtigkeit unterzogen. Besonders wurde auf zwei Fehler geachtet, zum einen die Durchbrechung der Sequenz aus „Gegenstand“ und „Arbeitsschritt“. Jedes Aufeinanderfolgen von „Arbeitsschritt“ und „Arbeitsschritt“ oder „Gegenstand“ auf „Gegenstand“ im Ablauf wurde als Fehler gewertet. Genauso wurde die Plazierung der „Vorbereitung“, an einen anderen Platz als direkt vor einen „Arbeitsschritt“ oder einer „Verzweigung“ als Fehler gewertet.

P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodele der Befragten vollständig und zutreffend ab.

Beim Versuch Argumente, für die Verwendung der Gegenthese zu finden, wurde in einem ersten Schritt eine Inhaltsanalyse bei dem Auftrag und bei den entstandenen Beschreibungen durchgeführt (siehe oben). Auf diese Weise entstand ein generisches Modell der Aufgaben, das zwar nicht die Abfolge, aber alle möglichen Elemente des Vorgangs enthielt.

Anhand dieses Modells wurden die Beschreibungen der Versuchspersonen auf Vollständigkeit und Richtigkeit untersucht. Die Vollständigkeit wurde dabei wie folgt operationalisiert: Jeder Abschnitt des Auftrags ließ sich auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden. Die Tätigkeit war dann vollständig beschrieben, wenn entweder ein geeigneter Oberbegriff oder alle Elemente der nächsttieferen Ebene vorkamen. Die Wahrscheinlichkeit für eine erschöpfende Darstellung des Vorgangs sank also mit steigender Detaillierung des Modells. Umgekehrt stieg die gleichzeitig die Möglichkeit, daß überhaupt ein Teil der Tätigkeit dargestellt wurde.

Für die Zählweise der Vollständigkeit waren zwei Möglichkeiten denkbar: Zum einen konnten alle Inhalte des generischen Modells als Maßstab für die Prüfung dienen, unabhängig von der Beschreibungsebene. Diese Darstellung unterschätzte jedoch die tatsächliche Vollständigkeit, da die Versuchspersonen dazu tendierten, einen Teil des Vorgangs nur auf einer Ebene darzustellen. Für die gleiche Stelle des Vorgangs gab es im generischen Modell aber mehrere Beschreibungen, nämlich so viele, wie Ebenen vorhanden waren. Um dieses Problem zu vermei-

den mußte für jede Stelle im Ablauf die Vollständigkeit so bemessen werden, daß jeweils die höchste Beschreibungsebene herangezogen wurde, um das Vorhandensein dieses Vorgangsteils zu dokumentieren. Für den Vergleich der Modelle wurden diejenigen Teile des Vorgangs gezählt, die nicht in den Beschreibungen Verwendung fanden.

In der vorliegenden Untersuchung wurde für jede Beschreibung die absolute Anzahl der fehlenden Vorgangsteile angegeben. Diese mußte bei der IVA- Bedingung höher sein als in der Interview- Bedingung, um die Gegenthese zu verwenden.

Zusätzlich wurde auch die Meinung der Befragten als Zustimmungsrating zu folgenden Aussagen erhoben: „Ich glaube, ich habe die Aufgabe zutreffend abgebildet“, „Ich glaube, ich habe die Aufgabe vollständig abgebildet“. Die Gegenthese galt dann als bestätigt, wenn die Interview- Gruppe zustimmendere Werte aufwies als die IVA- Gruppe.

P7 IVA kann die Abläufe auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden

Diese These wurde auf die Weise operationalisiert, daß Modellbereiche aufgefunden werden mußten, die den gleichen Teil des Vorgangs auf unterschiedlichen Beschreibungsebenen darstellten.

P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.

Zur Prüfung, ob die Gegenthese verwendet werden mußte, wurden den Interviewpartnern folgende Aussagen zum Rating der Zustimmung vorgelegt: „Die Art und Weise der Abbildung der Aufgabe ist angemessen.“; „Die Art und Weise der Aufgabenabbildung ist nützlich.“; „Die Abbildungsmethode war effizient.“; „Die Aufgabe ist mir nun klarer als vor der Beschreibung.“; „Ich erkenne die Struktur, die sich hinter der Aufgabe verbirgt.“; „Ich habe die Aufgabe verstanden.“; „Ich kann die Aufgabe nun anderen erläutern.“; „Ich könnte die Aufgabe nun selbst einmal ausprobieren.“ und „Das Beschreiben der Aufgabe hat mir geholfen, die Aufgabe zu verstehen“. Die Gegenthese mußte dann verworfen werden, wenn die IVA- Gruppe in einer dieser Aussagen schlechtere Werte aufwies, als die Interview- Gruppe.

Zusätzlich wurden die Erfahrungen der Interviewer im Anschluß an die Erhebungsphase in einer gemeinsamen Besprechung diskutiert. Dabei versuchen die Interviewer Argumente für die Bestätigung der Gegenthese zu finden. Die Ergebnisse der Diskussion werden protokolliert.

P10 Das Instrument sorgt unabhängig von den Vorkenntnissen für Chancengleichheit bei der Abbildung von Vorgängen.

Außer der Bestätigung der allgemeinen Prüfkriterien ist war weiteres Ziel der geschilderten Untersuchung die Klärung der „Fairneß“ des Verfahrens. Darunter sollte verstanden werden, daß die Ergebnisse, die von Modellierungsexperten und -laien mit IVA erzeugt wurden, weniger qualitativ unterschiedlich ausfielen, als in der Interview- Bedingung. Zur Überprüfung

dieses Zieles wurde untersucht, ob sich die beiden Gruppen in einer der geschilderten Variablen unterscheiden.

Untersucht wurden bei den objektiven Parametern die Anzahl der modellierten Teile des Modells, die Anzahl der fehlenden Teile des Modells und die Anzahl der Modellierungsfehler. Für den Vergleich der subjektiven abhängigen Variablen wurden die zwölf Aussagen zu drei Skalen zusammengefaßt. Dazu wurde aus den Meßwerten der einzelnen Items der Mittelwert berechnet. In der Skala „Zufriedenheit mit der Abbildungsmethode“ wurden die Aussagen zur Angemessenheit und Nützlichkeit der Aufgabenabbildung sowie der Effizienz der Abbildungsmethode zusammengefaßt. Die Skala „Abbildungsgenauigkeit“ umfaßte die Items zum Zutreffen und zur Vollständigkeit der Abbildung sowie die Überzeugung, inwieweit die eigenen Beschreibungen mit denen anderer Versuchspersonen übereinstimmten. Schließlich barg die Skala „Veränderung der Sichtweise auf die Aufgabe“ die Einschätzungen, ob die Aufgabe nun klarer war, ob die Struktur hinter der Aufgabe erkennbar war, ob die Aufgabe verstanden wurde, ob die Aufgabe nun anderen erläutert werden konnte, ob die Aufgabe selbst ausprobiert werden konnte und ob die Beschreibung der Aufgabe geholfen hatte, diese zu verstehen.

6.3.4.3 Ergebnisse

Im folgenden werden die Ergebnisse in der Reihenfolge der aufgestellten Prüfkriterien geschildert.

6.3.4.3.1 Ergebnisse zum Prüfkriterium P1

Das Prüfkriterium P1 wurde durch den Vergleich der Modelle der drei beteiligten Interviewer überprüft. Zuerst sollte betrachtet werden, ob es formale Unterschiede zwischen den IVA-Modellen gibt. Wenn Anzeichen für die Gültigkeit der Gegenthese vorlägen, sollten in einem zweiten Schritt nach möglichen Abweichungen der Interviews gesucht werden.

Um zu überprüfen, ob es Unterschiede zwischen den Interviewern gab, wurden die Anzahl der verwendeten Karten, die Anzahl der genutzten Modellelemente, die Anzahl der Verzweigungen und die Zahl der fehlerhaft benutzten Elemente überprüft. Zuerst wurde bei diesen vier Variablen die Voraussetzung der Normalverteilung nach dem Kolmogorov- Smirnov- Test geprüft (vgl. Bortz, 1985). Dabei ergaben sich keine Anzeichen für eine statistisch bedeutsame Abweichung von der Normalverteilung (vgl. Tab. 11 im Anhang). Daraufhin wurde untersucht, ob sich zwischen den drei Untersuchern Unterschiede bezüglich der genannten Dimensionen ergeben. Zu diesem Zweck wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse für eine quantitative abhängige Variable mit einer einzelnen (unabhängigen) Faktorvariablen gerechnet (ANOVA). Mit der Varianzanalyse wurde die Hypothese getestet, daß mehrere Mittelwerte gleich sind (vgl. Bortz, 1985). Dabei ergab sich ein sehr signifikanter Unterschied ($p \leq 0,01$) zwischen den Interviewern bei der Anzahl der benutzten Elemente (vgl. Abb. 36). Ein Interviewer nutzte im Schnitt nur fünf (MW = 5,000; SD = 0,632; n = 6) der insgesamt sieben

Elemente, während die anderen beiden Interviewer 6,000 (SD = 1,265; n = 6) und 6,625 (SD = 0,518; n = 8) Elemente nutzten. Dieser Unterschied ergab den Anlaß, weitere inhaltliche Verschiedenheiten zu suchen.

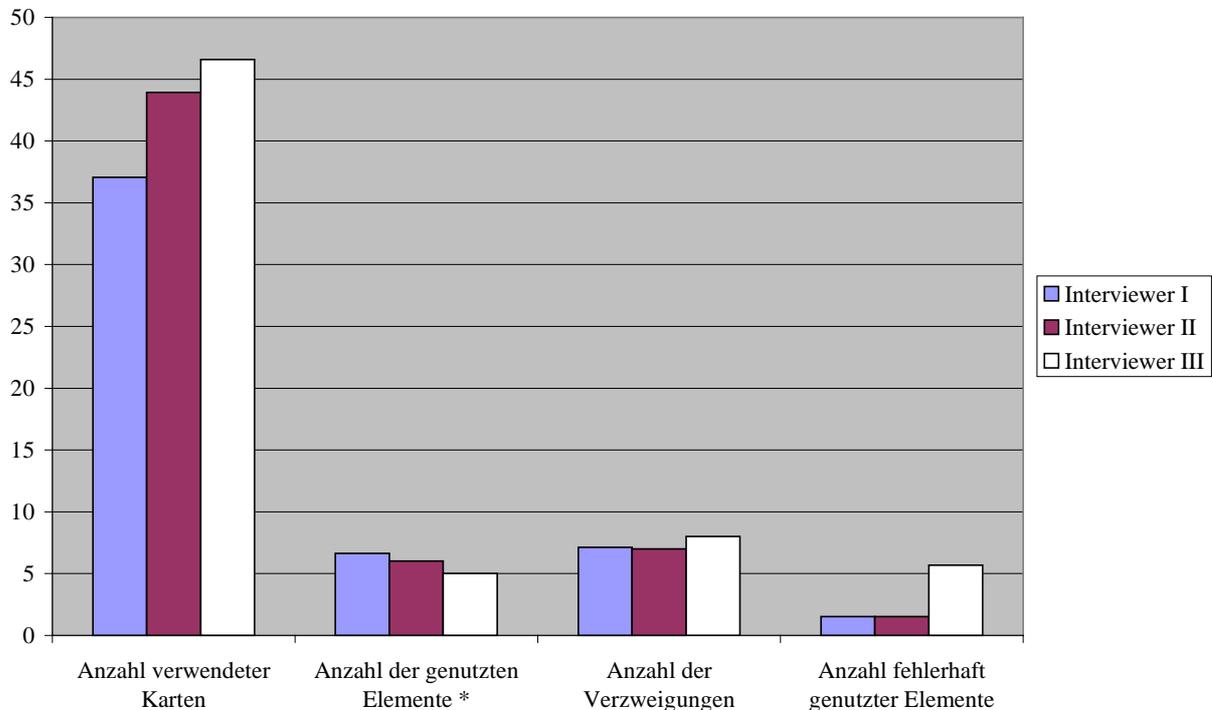


Abbildung 36: Modelleigenschaften der IVA- Modelle der unterschiedlichen Interviewer (*: Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,05).

Zu diesem Zweck wurden die Anzahl der genannten Inhalte, die Form des Modells und die Beschreibung von Zyklen als Vergleichsparameter herangezogen. Da die Form und das Vorhandensein von Zyklen auf Nominalskalenniveau gemessen wurden, fand die Irrtumswahrscheinlichkeits-Prüfung mit dem χ^2 -Test statt. Die Prüfung ergab keine statistisch bedeutenden Ergebnisse ($p = 0,168$ für die Form der Modelle; $p = 0,728$ für das Vorhandensein von Zyklen). Statt dessen ergaben sich Unterschiede beim Vergleich der Anzahl der genannten Inhalte (vgl. Tab. 12 im Anhang; vgl. Abb. 37). Diese ergaben sich sowohl insgesamt bei allen Beschreibungen und Modellen als auch in der „nur-Interview-“, bzw. in der „nur-IVA-“ Bedingung. Da sich die Interviewer nicht bei der Anzahl der fehlenden Elemente in den Beschreibungen unterschieden, weder unter der IVA-, noch unter der Interviewbedingung, konnte diese Verschiedenheit der Elementenanzahl pro Modell nur eines bedeuten: Die Interviewer hatten unterschiedliche Präferenzen, was das Beschreibungsniveau der Aufgabe angeht.

In der abschließenden Diskussion der Interviewer zeigte sich auch die Einstellung der Interviewer zur Verschiedenheit der Darstellungen. So äußerte ein Interviewer, es sei „spannend, wenn es von Details weggeht“, es gäbe „immer neue Ebenen des gleichen Auftrags zu be-

trachten“, während ein anderer Interviewer angab, „es stört mich, wenn die Leute mir die einzelnen Elemente nicht nennen wollen, wo die doch auf den Unterlagen vor ihnen zu sehen sind“. In der abschließenden Diskussion ergab sich auch der Grund, wieso die Interviewer sich gerade in diesen beiden Dimensionen unterschieden. So waren sich alle drei Versuchsleiter einig, den Probanden völlige Freiheit bei der Gestaltung ihrer Beschreibungen gegeben zu haben. Diese machten sie allerdings an anderen Parametern fest: So empfand es ein Interviewer als problematisch, den Versuchspersonen „die Beschreibungsebene aufzunötigen“, während ein anderer meinte: „Manche brauchen eben alle Elemente nicht!“.

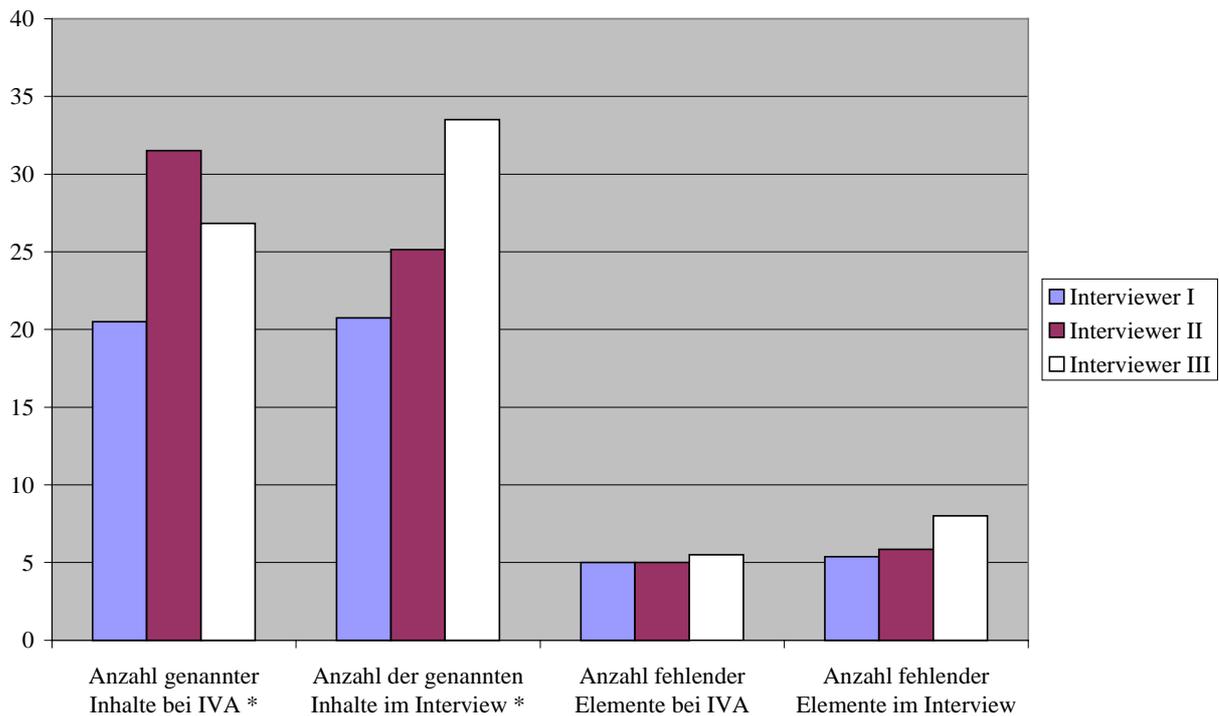


Abbildung 37: Modelleigenschaften der IVA- Modelle der unterschiedlichen Interviewer (*: Irrtumswahrscheinlichkeit < 0,05).

Bei der Zuordnung der Versuchspersonen zu den einzelnen Interviewern wurde darauf geachtet, daß jeder Interviewer den gleichen Anteil an Probanden aus jeder Versuchsbedingung betreute. Bei der Zuordnung der Geschlechter zu Interviewern versagte jedoch die Parallelisierung, so daß es einen Interviewer gab, der verhältnismäßig mehr weibliche Versuchspersonen betreute. Beide Geschlechter unterschieden sich zwar nicht in den, für die Interviewereffekte untersuchten, abhängigen Variablen, sehr wohl jedoch in anderen, wie z.B. der Strukturierung der Modelle oder dem Zutrauen zur Richtigkeit der Abbildungen. Die Alternativhypothese, daß der Versuchsleitereffekt durch die Auswahl der Geschlechter der Befragten beeinflußt wurde, konnte jedoch nicht empirisch entkräftet werden.

Abschließend betrachtet, gab es Anzeichen dafür, daß die Gegenthese verwendet werden konnte. So unterschieden sich die Interviewer voneinander, sowohl, was die Anzahl der ge-

nutzten Elemente von IVA, als auch, was die bevorzugte Beschreibungsebene für alle Modelle betrifft.

6.3.4.3.2 Ergebnisse zum Prüfkriterium P2

Für die Prüfung der zutreffenden Anzahl der Elemente von IVA wurde in einem ersten Schritt von den Interviewern diskutiert, ob während der Erhebung Elemente aufgetaucht waren, die für die Modellierung gefehlt hätten. Dies konnte ebensowenig durch die Untersucher bestätigt werden, wie es keinen Interviewer gab, der während seiner mindestens sechs Abbildungen mit IVA nicht jedes Element der Modellierungsprimitiven mindestens einmal gebraucht hätte.

Weiterhin wurde untersucht, ob es irgendwelche Inhalte in den Interviews gab, die bei den Beschreibungen mit IVA nicht geleistet wurden. Dabei tauchte kein inhaltliches Element des generischen Modells nur in der Interview- Bedingung auf. Umgekehrt gab es allerdings auch keinen Inhalt, der ausschließlich in den IVA- Modellen abgebildet wurde. Von dieser Seite her mußte die Gegenthese verworfen werden.

Schließlich wurde in einem nächsten Schritt erhoben, welche Elemente in den IVA- Modellen nicht gebraucht wurden. Dabei benutzten sechs der „Spezialisten“ und fünf der „Generalisten“ ein bis zwei, bei den „Generalisten“ ein bis drei Elemente, nicht (vgl. Tab. 13). Am gebräuchlichsten war das Modellieren ohne „Eigenschaften“. Diese wurden in den beobachteten Fällen ohne Umschweife auf den „Gegenständen“ und „Werkzeugen“ mit notiert. Diejenigen, die keine „Werkzeuge“ abbildeten, taten das mit dem Argument, daß im Vorgang durchgehend die gleichen „Werkzeuge“ nötig seien. Derjenige Spezialist, der ohne „Überschriften“ auskam, modellierte eine Abbildung aus einem sehr abstrakten Darstellungsniveau. Bei den fehlenden „Vorbedingungen“ konnten keine Systematiken gefunden werden, außer daß diese Modelle sich, wie jedoch andere Abbildungen auch, die „Vorbedingungen“ nutzten, dadurch auszeichneten, daß die Probanden keinen Unterschied in ihrer Abbildung zwischen notwendigen und fakultativen Eingaben in die Datenbank machten.

	Spezialisten (n = 6)	Generalisten (n = 5)
Eigenschaften	5	5
Vorbedingungen	3	3
Werkzeuge	1	2
Überschriften	1	

Tabelle 13: Anzahl der Elemente, die nicht verwendet wurden. Mehrfachnennungen waren möglich.

Alles in allem fehlten zwar in einem nicht unerheblichen Teil der Modelle das ein oder andere Element, dennoch gab es keinen Anlaß anzunehmen, daß IVA dem Prüfkriterium nicht genügt.

6.3.4.3.3 Ergebnisse zum Prüfkriterium P4

Die eindeutige und widerspruchsfreie Kombinationsfähigkeit der Elemente wurde einerseits an der subjektiven Perspektive der Beteiligten, andererseits durch die Analyse der Fehler der Modelle überprüft.

Die Diskussion der Interviewer erbrachte keine Anhaltspunkte für die Verwendung der Gegenthese. Die Interviewer hatten weder selbst Unstimmigkeiten beim Kombinieren der Elemente erlebt, noch beim Modellieren beobachtet, daß sich für die Befragten Probleme ergeben hätten. Die Befragung der Interviewpartner zu diesem Thema geschah zur Kontrolle mit einer nur indirekt am Thema hängenden Frage. Diese wurde aus der Vermutung heraus gewählt, daß sich Schwierigkeiten, die der Introspektion der Probanden nicht zugänglich waren, auf das Vertrauen auf die Richtigkeit des Modells auswirken würden. Dieses wurde durch die Frage nach der Übereinstimmung des eigenen Modells mit denjenigen anderer Versuchspersonen abgedeckt. Dabei ergaben sich in beiden Gruppen nur Einschätzungen mittlerer Zustimmung (IVA: MW = 3,0; SD = 0,943; Interview: MW = 3,333; SD = 0,856). Da sich keine Anzeichen für eine Verletzung der Normalverteilungsvoraussetzung finden ließen (Kolmogorov- Smirnov- Anpassungstest 2- seitige Sign.: 0,077), wurde ein T- Test zwischen beiden Gruppen gerechnet, der keinen signifikanten Unterschied ergab ($T = -1,166$; $p = 0,251$). Die Gegenthese mußte also verworfen werden.

Auch die Überprüfung der Fehler in den Modellen ergab keine Auffälligkeiten. Einzig in einem Modell, nämlich im letzten, als Nachzügler erhobenen, ergaben sich drei fehlerhafte Auslassungen von Zwischenergebnissen. Alle anderen IVA- Modelle hatten nur wenige Fehler der einen Kategorie: Die Arbeitsschritte wurden nicht durch Verben, sondern durch Substantivierungen bezeichnet (z. B. „Vervollständigung“ statt „vervollständigen“). Die Häufung von Fehlern konnte jedoch eher durch Ermüdungserscheinungen als durch Probleme der Kombination erklärt werden. IVA erfüllt demnach das Prüfkriterium.

6.3.4.3.4 Ergebnisse zum Prüfkriterium P6

Die Überprüfung von Vollständigkeit und dem Zutreffen der Modelle geschah zum einen durch einen Vergleich mit dem generischen Modell aller Aufgaben und durch die nachträgliche Befragung der Beteiligten.

Die Prüfung nach fehlenden Teilen des Ablaufs in der Abbildung ergab einen Mittelwert MW = 5,15 (SD = 4,793) für IVA, gegenüber MW = 6,286 fehlender Teile in der Interview- Bedingung (SD = 5,349). Mit einem T- Wert von $-0,717$ ist die Wahrscheinlichkeit für eine zu unrechte Annahme der Verschiedenheit der Mittelwerte allerdings $p = 0,478$. Dennoch ist der Mittelwert der IVA- Gruppe bei den fehlenden Teilen der Abbildung nicht höher, sondern hat in der Tendenz eher einen kleineren Wert, also kann die Gegenthese verworfen werden.

Auch die subjektive Einschätzung der Interviewpartner stützt die Gegenthese nicht. Die Ratings zur Aussage „Ich glaube, ich habe die Aufgabe zutreffend abgebildet.“ war leider nicht normalverteilt (vgl. Tab. 14). Die Signifikanzüberprüfung geschah deshalb mit dem Mann-Whitney- Test (vgl. Bortz, 1985), während die Aussage „Ich glaube, ich habe die Aufgabe vollständig abgebildet.“ mit dem T- Test geprüft wurde.

	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Mittelwert/Standardabweichung IVA	Mittelwert/Standardabweichung Interview	Z/T	Irrtumswahrscheinlichkeit
Ich glaube, ich habe die Aufgabe zutreffend abgebildet.	p=0,035*	MW=4,2 10 SD=0,713	MW=3,809 SD=0,873	Z= -1,486	p=0,169
Ich glaube, ich habe die Aufgabe vollständig abgebildet.	p=0,097	MW=3,5 26 SD=1,307	MW=3,524 SD=1,289	T=0,006	p=0,995

Tabelle 14: Ratings der Befragten zu Zutreffen und Vollständigkeit (1 = stimmt nicht; 5 = stimmt; MW= Mittelwert; SD = Standardabweichung; p= Irrtumswahrscheinlichkeit)

Bei den Ergebnissen der IVA- Gruppe gab es bei der Einschätzung des Zutreffens der Modelle gegenüber der Interviewbedingung ein zustimmenderes Ergebnis. Es fiel jedoch nicht signifikant aus. Für die Bestätigung der Gegenthese, ein signifikant besseres Ergebnis für die Interviewbedingung sprachen die Daten jedoch in keinem Fall und so wurde die Gegenthese abgelehnt.

6.3.4.3.5 Ergebnisse zum Prüfkriterium P7

IVA entsprach dem Prüfkriterium, wenn es Stellen in den Modellen gab, die auf unterschiedlichen Detaillierungsniveaus dargestellt wurden.

Schon das generische Aufgabenmodell zeigte, daß viele Sachverhalte auf unterschiedlichen Ebenen der Beschreibung dargestellt wurden. So konnte z.B. das Einpflegen von Daten auf der Ebene des einzelnen Datumsfeldes, auf der der Kann- und Mußfelder, auf der Ebene von Karteikarten oder allgemein dargestellt werden. Tatsächlich gab es keine Beschreibungsebene des generischen Modells, die nicht sowohl von der IVA- als auch von der Interviewgruppe wenigstens einmal genutzt wurde.

6.3.4.3.6 Ergebnisse zum Prüfkriterium P9

Auch diese Überprüfung des Kriteriums geschah aus zwei unterschiedlichen Perspektiven. Die Sichtweise der Befragten wurde durch den Fragebogen im Anschluß an den Abbildungs-

prozeß abgedeckt, der Blickwinkel der Interviewer kam in der abschließenden Diskussion zum Tragen.

Leider trat auch bei diesen Fragen an die Interviewpartner zum Teil eine statistisch bedeutsame Abweichung von der Normalverteilung auf, so daß ein Teil der Statements mittels des T-Tests (gekennzeichnet durch T) und ein Teil mit dem Mann-Whitney-Test (gekennzeichnet durch Z) auf statistische Bedeutsamkeit der Unterschiede getestet werden mußte (vgl. Tab. 15). Beim Vergleich der Ergebnisse fiel auf, daß es keine Unterschiede zwischen der IVA- und der Interviewgruppe gab. Allerdings ließen sich zwei Gruppen von Fragen bilden, die sowohl inhaltlich zusammen gehörten, als auch eine gemeinsame Antworttendenz aufwiesen. So gab es einerseits drei Aussagen, die sich mit der Zufriedenheit mit der Abbildungsmethode befassen. Zu ihnen gehörten die Aussage über Angemessenheit und Nützlichkeit der Abbildung der Aufgabe sowie die Effizienz der Abbildungsmethode. Bei allen drei Items wurde der Aussage durch die IVA-Gruppe in der Tendenz eher zugestimmt als in der Interviewgruppe. Doch auch die Zusammenfassung der drei Items zu einer Skala durch Bildung des Mittelwerts führte nicht zu einem signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen (IVA: MW = 3,947; SD = 0,669; Interview: MW = 3,714; SD = 1,092; Signifikanz: T = 0,803; p = 0,427). Bei den Fragen, die sich mit der Veränderung der Sichtweise der Aufgabe befassen, lag der Trend eher bei einer deutlicheren Zustimmung der Interviewgruppe. Zu diesen Aussagen gehörten die Klarheit der Beschreibung, die Erkenntnis der Struktur, das Verständnis der Aufgabe, die Fähigkeit, die Aufgabe erläutern zu können, die Aufgabe selbst einmal ausprobieren zu wollen und daß die Beschreibung geholfen hat, die Aufgabe besser zu verstehen. Auch diese Items wurden zur Kontrolle zu einem gemeinsamen Mittelwert zusammengefaßt und auf statistisch bedeutsame Unterschiede geprüft. Jedoch ergab auch diese Prozedur keine statistisch bedeutsamen Unterschiede (IVA: MW = 4,123; SD = 0,558; Interview: MW = 4,238; SD = 0,464; Signifikanz: T = -0,713; p = 0,480). Mit diesem Versuchsdesign konnte leider kein Effekt der Modellierung auf das Aufgabenverständnis (vgl. Kap.4.2.1) nachgewiesen werden.

Auch wenn sich keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ergeben haben, sprechen die Ergebnisse gegen die Aufrechterhaltung der Gegenthese.

In der Diskussion der Interviewer im Anschluß an die Untersuchung kam ein Perspektivenwechsel während der Anwendung von IVA zum Tragen. So schilderten die beiden neuen IVA-Anwender (jene außer dem Autor), daß ihnen das Verfahren in der Schulungsphase kompliziert vorgekommen sei. Sobald sie jedoch zum erstenmal ein eigenes Vorgangsmodell abgebildet hätten, sei es zu einer veränderten Wahrnehmung gekommen. Dann kam den Interviewern die Methode als „leicht“ und „selbstverständlich“ vor. Bei den Interviewpartnern erlebten die Untersucher keine Mühen mit der Methode, wobei auffiel, daß sich die weiblichen Probanden in der Tendenz sowohl mit IVA als auch unter der Interviewbedingung schwerer damit taten, die ihnen neue Aufgabe abzubilden.

	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Mittelwert/Standardabweichung IVA	Mittelwert/Standardabweichung Interview	Z/T	Signifikanz
Die Art und Weise der Abbildung der Aufgabe ist angemessen.	p=0,009**	MW=4,0 SD=0,882	MW=3,810 SD=1,327	Z= -0,043	p=0,979
Die Art und Weise der Aufgabenabbildung ist nützlich.	p=0,003**	MW=4,053 SD=0,780	MW=3,905 SD=0,944	Z=-0,440	p=0,688
Die Abbildungsmethode war effizient.	p=0,062	MW=3,789 SD=0,918	MW=3,429 SD=1,363	T=0,972	p=0,337
Die Aufgabe ist mir nun klarer als vor der Beschreibung.	p=0,198	MW=2,895 SD=1,560	MW=3,286 SD=1,488	T=-0,809	p=0,424
Ich erkenne die Struktur, die sich hinter der Aufgabe verbirgt.	p=0,000***	MW=4,474 SD=0,905	MW=4,476 SD=0,602	Z=-0,607	p=0,611
Ich habe die Aufgabe verstanden.	p=0,000***	MW=4,632 SD=0,684	MW=4,667 SD=0,483	Z=-0,237	p=0,851
Ich kann die Aufgabe nun anderen erläutern.	p=0,000***	MW=4,368 SD=0,760	MW=4,476 SD=0,680	Z=-0,409	p=0,728
Ich könnte die Aufgabe nun selbst einmal ausprobieren.	p=0,000***	MW=4,579 SD=0,692	MW=4,905 SD=0,301	Z=-1,789	p=0,215
Das Beschreiben der Aufgabe hat mir geholfen die Aufgabe zu verstehen.	p=0,067	MW=3,789 SD=1,134	MW=3,619 SD=1,117	T=0,478	p=0,635

Tabelle 15: Ratings der Befragten zur Modellierung (1 = stimmt nicht; 5 = stimmt; MW= Mittelwert; SD = Standardabweichung; p= Irrtumswahrscheinlichkeit)

6.3.4.3.7 Ergebnisse zum Prüfkriterium P10

Für die Prüfung der Fairneß von IVA wurden verschiedene objektive Merkmale der Beschreibung und subjektive Parameter (vgl. Tab. 16) der Schilderungen der Befragten zusammengekommen, um zu entscheiden, ob es Merkmale gibt, bei denen sich die Schilderungen bei der IVA- Bedingung unterscheiden, in den Interviews jedoch nicht.

Die Überprüfung der statistischen Bedeutsamkeit geschah mit dem T- Test, da in den untersuchten Skalen keine Anzeichen für eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung zu finden waren (vgl. oben; Skala „Abbildungsgenauigkeit“ p = 0,303 nach Kolmogorov-Smirnov). Der Versuch, Unterschiede zwischen den vier Versuchsbedingungen mittels des

ANOVA- Verfahrens zu berechnen, führte zu keinen statistisch bedeutsamen Ergebnissen. Es ergaben sich keinerlei signifikanten Unterschiede in den untersuchten Skalen zwischen Spezialisten und Generalisten, wenn sie mit IVA befragt wurden. Anders sah das Bild aus, wenn die Probanden interviewt wurden. Hier war ein bedeutsamer Unterschied in der Skala Abbildungsgenauigkeit zu finden, in dem die Interviewpartner die subjektive Sicherheit mit der Abbildungsgüte einschätzten. Bei der Anzahl der im Modell nicht aufgenommenen Teile der Aufgabe verfehlten die Interview- Gruppenmitglieder nur knapp einen statistisch bedeutsamen Unterschied zwischen den Spezialisten und den Generalisten ($p = 0,057$).

	Mittelwert/Standardabweichung IVA Spezialist	Mittelwert/Standardabweichung IVA Generalist	Mittelwert/Standardabweichung Interview Spezialist	Mittelwert/Standardabweichung Interview Generalist	Unterschied Spezialist – Generalist IVA	Unterschied Spezialist – Generalist Interview
Anzahl modellierter Aufgabenteile	MW=26,3 SD=8,629	MW=25,1 SD=7,445	MW=26,6 SD=11,04	MW=25,2 SD=7,195	p=0,743	p=0,735
Anzahl fehlender Modellteile	MW=3,5 SD=2,369	MW=6,8 SD=6,070	MW=4 SD=4,216	MW=8,364 SD=5,591	p=0,127	p=0,057
Anzahl Modellierungsfehler	MW=2,4 SD=3,565	MW=3,1 SD=5,343			p=0,735	
Zufriedenheit mit der Abbildungsmethode	MW=4,167 SD=0,790	MW=3,704 SD=0,423	MW=3,8 SD=1,316	MW=3,636 SD=0,900	p=0,129	p=0,746
Abbildungsgenauigkeit	MW=3,733 SD=0,734	MW=3,407 SD=0,909	MW=3,867 SD=0,571	MW=3,273 SD=0,696	p=0,406	p=0,045 *
Veränderung der Sichtweise auf die Aufgabe	MW=4,3 SD=0,375	MW=3,926 SD=0,678	MW=4,267 SD=0,446	MW=4,212 SD=0,501	p=0,168	p=0,795

Tabelle 9: Fairneßüberprüfung zwischen Spezialisten und Generalisten bei IVA und beim Interview (MW= Mittelwert; SD = Standardabweichung; p= Irrtumswahrscheinlichkeit; * Irrtumswahrscheinlichkeit <0,05).

Beide Unterschiede zwischen Spezialisten und Generalisten gemeinsam ließen sich wie folgt interpretieren: Im herkömmlichen Interview vergaßen die Generalisten mehr Anteile des Vorgangs und waren sich über die Abbildungsgüte unsicherer als die Spezialisten. Benutzten beide IVA, so sank der Anteil an fehlendem Vorgang im Modell (Spezialisten MW=3,5 statt MW=4,0; Generalisten MW=6,8 statt MW=8,364) und die Einschätzung der Abbildungsgenauigkeit nivellierte sich. Mit diesem Ergebnis wurde auch Prüfkriterium P6 (vgl. Kap. 6.3.4.3.4) gestützt.

Die Ergebnisse der Überprüfung der „Fairneß“ gaben keinen Anhaltspunkt dafür, daß die Gegentese aufrecht erhalten werden mußte. Statt dessen zeigte sich, daß IVA, gerade wenn es um die Vollständigkeit der Modelle geht, die Generalisten und Spezialisten „fairer“ behandelte, da die Vorkenntnisse in Modellierungstechnik nicht das Ergebnis beeinflußten.

6.3.4.4 Diskussion

Die Überprüfung von IVA mittels eines experimentellen Designs geschah mit dem Ziel, die Kombination aus Interview- und Legetechnik mit der Beschreibung unter Anleitung des strukturierten Interviews zu vergleichen. Vorausgreifend lassen die Ergebnisse im Ganzen betrachtet den Schluß zu, daß das Instrument das leistet, was es leisten soll.

Im einzelnen wurde geprüft, ob das Verfahren ausreichend beschrieben ist, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen. Bei der Überprüfung ergab sich ein deutlicher Unterschied zwischen den Interviewern bei der Ausnutzung des Elementensatzes von IVA und bei der Wahl der Beschreibungsebene durch ihre Probanden. Die Unterschiede in der Wahl des Detaillierungsniveaus traten jedoch nicht nur bei der Modellierung mit IVA, sondern auch bei der Beschreibung anhand des Interviews auf. Die Unterschiede spiegelten sich auch in den Schwerpunkten wider, die von den Interviewern während der Untersuchung selbst gesetzt wurden. So wollte jener Versuchsleiter, der signifikant weniger Elemente benutzte, den Probanden keine Beschreibungsmittel aufnötigen, während der andere Interviewer eine hohe Faszination durch die Verschiedenartigkeit der Beschreibungen verspürte. Es war mit IVA also möglich, die eigenen, interviewerspezifischen Bedürfnisse in das Modell zu implementieren. Dies geschah an kritischen Punkten der Abbildung allerdings nicht. So war sowohl eine einheitliche Vollständigkeit der Abbildung gewährleistet, wie eine Gleichheit in Bezug auf die Form der Abbildung und auf die gemachten Fehler während der Modellierung. Auch war die Modellierung gegenüber den Interviews nicht unterschiedlicher zwischen den Untersuchern, im Gegenteil, es traten in der Tendenz weniger andersartige Ergebnisse auf. Bei der Betrachtung der Ergebnisse darf nicht außer Acht gelassen werden, daß es sich bei IVA um ein qualitatives Verfahren handelt, das in Bezug auf die Standardisierung des Instruments andere Ansprüche stellt als ein quantitatives Instrument (vgl. Kap. 6.2.2). Für die Abbildung von Vorgängen ist es für den Softwareentwickler durchaus von Interesse, wenn spezielle, projektbezogene Bedürfnisse im Modell Einzug halten dürfen. In Anbetracht der Tatsache, daß die Vollständigkeit, die Form und die Fehleranfälligkeit durch die Beschreibung des Verfahrens vor dem Interviewereinfluß bewahrt werden, kann die Verfahrensbeschreibung als ausreichend anerkannt werden. Die unterschiedlichen Ergebnisse der drei Interviewer hätten die Interpretation der weiteren Ergebnisse erschweren können, da Unterschiede der Gruppen immer durch Versuchsleitereffekte beeinflußt worden sein könnten. Glücklicherweise wurde bei der Zuordnung der Versuchsbedingungen darauf geachtet, daß jeder Interviewer die gleichen Anteile an den untersuchten Gruppen bearbeitete. Auf diese Weise konnte der Effekt der Er-

gebnisverfälschung durch die Versuchsleiter in der Interpretation der weiteren Ergebnisse vernachlässigt werden.

Was die Überprüfung der Anzahl der Elemente betrifft, so gab es keinen der zwanzig Versuchspersonen und der drei Interviewer, der ein Element vermißte. Allerdings gab es Versuchspersonen (11 von 20), die ohne das eine oder andere Element beim Modellieren auskamen. Dabei konnte eine Rangliste der ungebräuchlichsten Elemente aufgemacht werden, die von den „Eigenschaften“ angeführt wird, gefolgt von den „Vorbedingungen“. Allerdings spielen genau diese beiden Modellbausteine eine Rolle, wenn Doppeldeutigkeiten des Modellverständnisses vermieden werden sollen. Möglicherweise gaben die subjektiven Vorgangsmodele diese Quellen des Mißverständnisses, die diese Elemente erfordern, nicht her. Ein Indiz dafür kann sein, daß die Versuchspersonen, die auf Vorbedingungen verzichteten, auch keine Unterscheidung zwischen notwendigen Feldern und fakultativen Feldern beim Ausfüllen der Datenbank machten. Dieser Sachverhalt wäre auch leichter mit Vorbedingungen abzubilden gewesen. Für die Bewertung des gesamten Satzes an Modellbausteinen ist jedoch das Ergebnis viel interessanter, daß es keine Sachverhalte gab, die nicht sowohl in der IVA- als auch in der Interviewbedingung auftauchten. Daraus läßt sich schließen, daß der ganze Satz an Elementen genau geeignet war, alle Inhalte des Vorganges abzubilden, genau wie natürliche Sprache auch. IVA hatte also die richtige Anzahl von Elementen für den untersuchten Zweck.

Die eindeutige und widerspruchsfreie Kombination der Elemente wurde durch die Analyse der gemachten Modellierungsfehler und die Diskussionsergebnisse der Interviewer geprüft, sowie die Frage an die Interviewten, ob sie glauben, ob ihr Modell mit dem anderer Befragten übereinstimme. Bei den Fehlern, die während der Modellierung gemacht wurden, handelte es sich mit Ausnahme eines Modells um Substantivierungen. Auch schilderten die Interviewer keine Auffälligkeiten, weder bezüglich eigener Schwierigkeiten noch von Problemen der Interviewpartner während der Modellierung mit IVA. Auch bei dem indirekten Rating der vermutlichen Übereinstimmung der Abbildung mit anderen Versuchspersonen ergab sich kein Unterschied zwischen der IVA- und der Interviewbedingung. Allerdings hätte im Nachhinein die Meinung der Versuchspersonen nicht nur durch Beobachtung und eine indirekte Stellungnahme ungeklärten Zusammenhangs mit dem zu messenden Merkmal, sondern direkt erfragt werden sollen. Dennoch ergab die Untersuchung keine Anhaltspunkte dafür, daß die Kombination der einzelnen Elemente nicht eindeutig und widerspruchsfrei gelingt.

Die Prüfung von Vollständigkeit und Zutreffen der Modelle wurde durch den Vergleich mit dem generischen Modell der Aufgabe und die Selbsteinschätzung der Interviewpartner bewerkstelligt. In der IVA- Bedingung wurden in dieser Untersuchung tatsächlich weniger Aspekte des Vorgangs weggelassen, als wenn die Befragten interviewt wurden. Allerdings war dieser Unterschied nicht statistisch bedeutsam. Auch für die Einschätzung der Befragten, ob sie glaubten, die Aufgabe zutreffend abgebildet haben, galt, daß die IVA- Versuchsgruppe

zuversichtlicher war als die Interview- Gruppe. Ob dieses Statement über die Stichprobe hinaus gilt, ist jedoch unbestätigt. Zieht man jedoch die Untersuchungsergebnisse über die „Fairneß“ des Verfahrens mit in Betracht, bei der zum einen aus Zutreffens- und Vollständigkeits einschätzung eine Skala gemacht wurde und zusätzlich zwischen Generalisten und Spezialisten unterschieden wurde, so sind die Unterschiede zwischen IVA und Interview am ehesten bei den Ergebnissen der Generalisten zu finden, die mit dem Interview eher suboptimale Ergebnisse bezüglich der Vollständigkeit der Abbildung und des Zutrauens zu ihrem Modell erzielen. Ein klares Ergebnis der Überprüfung ist jedoch, daß die Befragten der IVA- Bedingung trotz der Tatsache, daß sie sich an ein für sie neues Instrument gewöhnen müssen, keine schlechteren Ergebnisse bezüglich der Richtigkeit und Vollständigkeit des Modells haben.

Ein sehr eindeutiges Ergebnis konnte in den Versuchen zur Möglichkeit von IVA, die Aufgabe auf verschiedenen Abstraktionsebenen abzubilden, erzielt werden. Es war eindeutig möglich, die Modelle in unterschiedlichen Detaillierungsniveaus zu gestalten und dies wurde von den Spezialisten und auch von den Generalisten genutzt. Tatsächlich gab es zu jedem Element des generischen Modells eine Entsprechung unter der IVA- Bedingung, was insofern interessant ist, als das Referenzmodell alle aufgetretenen Abstraktionsniveaus umfaßt. Allerdings kamen all diese Modellteile auch mindestens einmal in den Beschreibungen vor, die mittels der Interviewtechnik erzeugt wurden. IVA erfüllt nach den vorliegenden Ergebnissen diese Anforderung.

Die Frage nach der Handhabbarkeit des Verfahrens wurde in der vorliegenden Untersuchung durch ein Rating von Aussagen durch die Befragten im Anschluß an die Modellierung und durch eine Diskussionsrunde der Interviewer behandelt. Den Interviewern fiel auf, daß sie, nachdem sie selbst einmal ein Modell mit IVA gemacht hatten, das Verfahren nicht mehr als kompliziert, sondern im Gegenteil als einsichtig begriffen. Bei der Auswertung der Fragebögen der Interviewpartner konnte bei keinem Item ein signifikanter Unterschied zwischen der Interview- und der IVA- Gruppe gefunden werden. Dennoch konnten zwei verschiedene Trends in der Stichprobe gefunden werden. Bei der Einschätzung der Abbildungsmethode war die mit IVA untersuchte Gruppe zufriedener als die Interview- Gruppe. Bei denjenigen Fragen, die auf die Veränderung der Wahrnehmung der Aufgabe zielten, gab es einen Trend dazu, daß die Gruppe der Interviewten sie höher einschätzte, als die IVA- Probanden. Möglicherweise hemmt die Erfahrung des neuen Instruments die Empfindung, die Aufgabe nun anders zu sehen. Eine Alternativerklärung wäre, daß die Empfindung einer Veränderung einmal auf die Aufgabensicht und einmal auf das Instrument attribuiert wird. In jedem Fall zeigte sich nicht anhand der großen Zustimmung zu den positiv gepolten Aussagen, daß die Handhabung des Instruments kompliziert war. Auch gibt es keine Anzeichen dafür, daß IVA im Vergleich zum Interview als problematisch zu handhaben eingestuft wurde.

Schließlich wurde die „Fairneß“ des Verfahrens untersucht, indem die jeweiligen Ergebnisse der Spezialisten und Generalisten aus der IVA- und aus der Interviewgruppe einander gegen-

übergestellt wurden. Auffälligstes Ergebnis war die größere Unvollständigkeit der Beschreibungen der interviewten Generalisten gegenüber den interviewten Spezialisten, sowohl objektiv in den Beschreibungen, als auch subjektiv in den Einschätzungen der Befragten (vgl. oben). In der IVA- Bedingung traten keine Unterschiede zwischen Spezialisten und Generalisten auf. Dies ist um so bemerkenswerter, als die Generalisten im Gegensatz zu den Spezialisten wenig Erfahrungen im strukturierten Darstellen von Sachverhalten oder im Erstellen von Modellen der Realität hatten. Dabei erstaunlich ist auch, daß sich die objektiven und die subjektiven Meßparameter zur Bewertung der Vollständigkeit decken. Dadurch wird die Sicherheit erhöht, mit der behauptet werden kann, daß IVA für mehr Fairneß bei der Gewährleistung von Vollständigkeit sorgt.

Die Ergebnisse für die Überprüfung der Qualität von IVA fielen in der Untersuchung durchweg positiv aus. Die Frage, die sich nun stellt, ist die der Angemessenheit des Forschungsparadigmas. Die Erfahrungen, die während der Untersuchung gemacht wurden, zeigen, daß es durchaus möglich ist, in einer experimentellen Situation ein standardisierbares Aufgabenmodell in einer großen Anzahl von Versuchspersonen zu schaffen. Die Aufarbeitung des Reizmaterials ist insofern gelungen, als alle einundvierzig Versuchspersonen in der Lage waren, die Bearbeitung des Vorgangs so weit zu durchdringen, daß sie die Bearbeitung abbilden konnten. Allerdings bleibt unklar, inwieweit diese Beschreibung schon die Aussage rechtfertigt, daß der Auftrag schon subjektiv zur ihnen eigenen Aufgabe reformuliert wurde (vgl. Ulich, 1992). Dennoch gibt es Hinweise darauf, daß diese Aneignung der Aufgabe stattgefunden hat, schließlich stimmten die Versuchspersonen der Aussage, daß sie nun die Aufgabe selbst ausprobieren könnten, überwiegend zu. Die große Unterschiedlichkeit der Modelle, besonders was die Beschreibungsebene betrifft, die von der minutiösen Aufzählung des Ausfüllens jedes Datenfeldes bis hin zum allgemeinen Umgang mit Datenbanken mit Windows-Oberfläche reicht, belegt, daß trotz einheitlichem Reizmaterial sehr unterschiedliche Modelle resultieren können. Während der Untersuchung ergab sich aus den Beobachtungen der Interviewer der Verdacht, daß Frauen beim Modellieren unsicherer sein könnten und auch ihre Beschreibungsleistung im anschließenden Fragebogen weniger zuversichtlich bewerteten. Für diese Beobachtung konnte im Datenmaterial kein Anhaltspunkt gefunden werden, denn in keiner der Variablen ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern. Auch wurde bei der Besetzung der Zellen auf ein vergleichbares Verhältnis von Männern und Frauen geachtet, was bei der geringen Durchsetzung von Ingenieursstudiengängen mit weiblichen Studenten nicht einfach war. So gibt es auch keinen Grund, durch die Untersuchung ausschließlich an einem Geschlecht die Varianz innerhalb der Gruppen zu reduzieren. Der Untersuchung tat allerdings die Tatsache nicht gut, daß bei zu vielen Items des Fragebogens Dekeneffekte bei der Bewertung auftraten. Dadurch wurde die Varianz zwischen den Gruppen eingeschränkt und die Wahrscheinlichkeit für signifikante Ergebnisse verkleinert. Insgesamt wären mehr statistisch bedeutsame Unterschiede der Gruppen wünschenswert gewesen, und die Trends der Ergebnisse berechtigen zu der Hoffnung, daß eine Vergrößerung der Zellenpo-

pulation oder eine trennschärfere Auswahl der Untersuchungsitems zu aussagekräftigeren Zahlen geführt hätte.

Die unterschiedlichen Effekte der Interviewer spielten für die Interpretation der Daten nur begrenzt eine Rolle, da alle drei Interviewer die gleiche Anzahl von Versuchspersonen aus allen vier Untersuchungsbedingungen betreuten. Allerdings trug die Versuchsdurchführung mit drei Versuchsleitern zu einer Vermehrung der Varianz und damit zu einer geringeren Chance bei, Gruppenunterschiede statistisch nachzuweisen. Gleiches galt für die Verwendung von Frauen und Männer als Versuchspersonen. Hier wäre die Beschränkung auf ein Geschlecht, für die Untersuchung sinnvoll gewesen.

Bei der Bewertung des Fortschritts durch die Untersuchungsergebnisse darf nicht fehlen, daß im Vergleich der Aufgabenmodelle nur ein kleiner Teil von IVA untersucht wurde. Es fehlte in der Untersuchung der für die Vollständigkeit des Modells sehr wichtige Teil der „Vervollständigung des Vorgangsmodells“. Außerdem wurde der umgebende Vorgang bei der Untersuchung völlig außer acht gelassen, um die Identifikation der Versuchspersonen mit der Aufgabe nicht durch weitere Rollen zu gefährden. Schließlich darf nicht vergessen werden, daß es sich aus der Perspektive der Probanden bei der Aufgabenmodellierung eigentlich um eine „Meta- Aufgabe“ handelte. Sie mußten sich nämlich einen Vorgang aneignen und ihn dann abbilden. Die eigentliche Durchführung des Vorgangs war nie die Aufgabe der Versuchspersonen. Insofern war die Thematik des Vorgangs für die Nähe zum Gegenstand, nämlich Arbeit mit dem Computer, gar nicht so wichtig, wie die Präsentation am Bildschirm, die nämlich Bestandteil der „Meta- Aufgabe“ war. An dieser Stelle wäre eine Wiederholung des Versuchs interessant, bei dem die Probanden eine tatsächliche Aufgabe direkt nach dem Erlernen abbilden, bspw. direkt nach dem Erlernen einer neuen Software für bestehende „natürliche“ betriebliche Abläufe. Dennoch haben die Ergebnisse des Versuchs auch in der aktuellen Durchführung dazu beigetragen, Zweifel über die Qualität des IVA- Verfahrens zu zerstreuen.

6.3.5 Prüfkriterienspezifische Diskussion der Ergebnisse

In den vorangegangenen Kapiteln wurden vier verschiedene Ansätze dargestellt und diskutiert, in denen die abgeleiteten Prüfkriterien untersucht wurden. Anstelle einer Zusammenfassung der Arbeiten soll hier die gemeinsame Betrachtung und Bewertung aller unterschiedlichen Ergebnisse zu den einzelnen Thesen geleistet werden.

PI Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.

Innerhalb der vier Versuche wurde diese These einzig im Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ untersucht (vgl. Kap. 6.3.4). Das Modellieren einer einheitlichen Aufgabe durch vierzig Versuchspersonen ließ den Vergleich zwischen den Einflüssen der Interviewer zu. Die Ergebnisse dieser Überprüfung durch die Gegenüberstellung der Modelle und Beschreibungen sowie die nachträglich geführten Interviews mit den Versuchsleitern zeigten verschiedene

Stile der Modellierung auf. Diejenigen Unterschiede, die sich ergaben, nämlich eine abweichende Ausnutzung der Elementenmenge von IVA und Verschiedenheiten in der Präferenz der Beschreibungsebene des Modells, waren von den Interviewern intendiert. Für die Interviewer war es also möglich, die eigenen, interviewerspezifischen Bedürfnisse im Modell abbilden zu lassen. Da jedoch bei der Benutzung von IVA für einen einheitlichen hohen Standard der Vollständigkeit der Abbildung gesorgt war, keine Unterschiede bei der Form der Abbildung und den gemachten Fehlern während der Modellierung auftraten, kann davon gesprochen werden, daß das Instrument ausreichend beschrieben ist, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Dies um so mehr, als die ausschließliche Nutzung der Interviewtechnik in der Tendenz zu deutlicheren Unterschieden zwischen den Versuchsleitern führte.

Da es sich bei IVA um ein qualitatives Verfahren handelt und es für die Abbildung von Vorgängen in der Softwareentwicklung unumgänglich ist, daß spezielle, projektbezogene Bedürfnisse im Modell Einzug halten dürfen, ist der Faktor, daß die Interviewer Einfluß auf die Abbildung nehmen können, im Umfang, den die Untersuchung aufgefunden hat, unkritisch. Es kann also weiterhin angenommen werden, daß IVA diesem Prüfkriterium genügt.

P2 Die Anzahl der verschiedenen Elemente ist zutreffend.

Dieses Kriterium wurde in drei der vier geschilderten Untersuchungen geprüft. Während bei den „ersten Tauglichkeitsüberprüfungen“ (vgl. Kap. 6.3.1) das Zutreffen der Anzahl der Elemente anhand zweier Vorversionen erfolgte, die mit einer von der aktuellen IVA- Variante unterschiedlichen Anzahl an Elementen arbeitete, wurde in der Untersuchung „MIKE trifft IVA“ (vgl. Kap. 6.3.2) die Zahl am Expertenurteil geprüft. Bei dem Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ (vgl. Kap. 6.3.4) wurde die Anzahl der Elemente schließlich durch Beobachtungen der Bedürfnisse einer größeren Menge von Probanden untersucht.

Die Ergebnisse der „ersten Tauglichkeitsüberprüfungen“ ergaben, daß die damaligen Versionen von IVA einerseits überflüssige Elemente enthielten, andererseits wichtige Modellierungsprimitiven fehlten. Jene Elemente aber, die der damaligen und der aktuellen Variante von IVA gemeinsam waren, wiesen keine Probleme auf. Damit konnte zum einen die Notwendigkeit für die Modellelemente „Überschrift“ und „Verzweigung“ durch den Mangel, den die Versuchspersonen bei der Abbildung mit den ersten IVA- Versionen erlebten, nachgewiesen werden. Andererseits wurde die Berechtigung für die restlichen Modellierungsprimitiven des Instruments durch ihre Akzeptanz, auch in der Kombination mit anderen Elementen, gestärkt. Schließlich konnte die Prüfung anhand anderer Elemente- Sets aufzeigen, daß weitere Aufspaltungen der Modellierungsprimitiven sinnlos und verwirrend für die Befragten sind. Beispielsweise erwies sich eine Trennung von anfaßbaren und virtuellen Gegenständen als unpraktikabel für die Abbildung von Abläufen.

Bei den Erkenntnissen aus der Untersuchung „MIKE trifft IVA“ zeigte sich, daß die beiden befragten Arbeitswissenschaftler keine Änderung der Anzahl der Modellierungsprimitiven wünschten. Im direkten Vergleich mit einer Modellsprache, die mit drei unterschiedlichen

Elementen arbeitet, wurde die Anzahl der Primitiven von IVA durch die modellierenden Experten als dem Abbildungszweck angemessen geschildert. Dieses Ergebnis wurde dadurch noch bedeutungsvoller, daß es sich bei dem abgebildeten Ablauf um eine komplexe, hochvariable geistige Tätigkeit handelte, für die ein unterstützendes Expertensystem konstruiert werden sollte.

Im Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ ergab sich das Bild, daß keiner der beteiligten Interviewer und Versuchspersonen eine Modellierungsprimitive vermißt hätte. Da aber etwa die Hälfte der Befragten nicht alle Elemente zur Abbildung der Vorgangsmodelle nutzten, ließ sich eine Rangreihe der Primitiven erzeugen, auf die im Bedarfsfall am ehesten zu verzichten ist. Zu den verzichtbarsten Elementen gehörten „Eigenschaften“ und „Vorbedingungen“, die aber gerade für die Verringerung von Mißverständlichkeiten und Doppeldeutigkeit eine wichtige Rolle spielten.

Insgesamt gesehen, zeigten die Ergebnisse der drei Versuche alle drei in die gleiche Richtung, nämlich daß IVA über die richtige Art und Anzahl von Modellierungsprimitiven verfügt.

P3 Die Elemente sind eindeutig definiert.

Der Frage, ob die Elemente eindeutig definiert sind, wurde zum einen in den „ersten Tauglichkeitsüberprüfungen“ (vgl. Kap. 6.3.1) mittels Mitprotokollieren von Unklarheiten während der Untersuchung und der Klärung, ob gleiche Inhalte in den Modellen auch mit den gleichen Karten abgebildet werden, untersucht. Zum anderen wurde dieses Kriterium in der Untersuchung „MIKE trifft IVA“ (vgl. Kap. 6.3.2) abgeprüft. Hier waren die Überführbarkeit des Modells in die jeweils andere Modellsprache und die Meinung der beteiligten Spezialisten für die Entscheidung über die Eindeutigkeit von Belang.

Bei den „ersten Tauglichkeitsüberprüfungen“ traten bei jenen Modellierungsprimitiven, die auch in der aktuellen Version Verwendung finden, keine Probleme mit der Definition der Elemente auf. Einzig das Fehlen einiger Elemente und die Trennung zwischen virtuellen und realen Gegenständen verursachte in den Vorgängerversionen von IVA einige Unklarheiten. Damit konnte der Nachweis erbracht werden, daß der aktuelle Satz an Modellierungsprimitiven den vorigen an Eindeutigkeit überlegen ist.

In der „MIKE trifft IVA“- Untersuchung ergaben sich keine Hinweise darauf, daß die befragten Experten Probleme mit uneindeutigen Elementen hatten. Sowohl die präzise Überführbarkeit der IVA- und MIKE- Modelle ineinander als auch die Auskünfte der Befragten ließen nur den Schluß zu, das Prüfkriterium als bestätigt anzunehmen.

Da beide geschilderten Untersuchungen zu dem gleichen Ergebnis kommen, nämlich daß die Elemente von IVA eindeutig definiert worden sind, entspricht IVA den Anforderungen des Prüfkriteriums.

P4 Die Kombination der Elemente gelingt eindeutig und widerspruchsfrei.

Die Prüfung dieses Kriteriums, daß die Kombination der Elemente eindeutig und widerspruchsfrei gelingt, wurde in allen vier dargestellten Untersuchungen geleistet (vgl. Kap. 6.3.1 bis 6.3.4). Zur Untersuchung des Prüfkriteriums wurden unterschiedliche Methoden eingesetzt.

Im Versuch „erste Tauglichkeitsüberprüfung“ dienten Beobachtungen während des Modellierungsprozesses und die Kontrolle von abweichenden Modellteilen auf eventuelle Doppeldeutigkeiten zur Bestimmung, ob das Instrument dem Prüfkriterium genügt. Die Ergebnisse der Überprüfung zeigten, daß die Probanden bestimmte Elemente vermißten und daß mißverständliche Teile der Modelle zu finden waren. Diese Probleme traten allerdings deshalb auf, weil die Syntax der gebrauchten IVA- Version nicht der aktuellen Syntax entsprach. Diese hat die nötigen Veränderungen integriert, so daß die Ergebnisse der Untersuchung mit der damaligen Version gleichzeitig ein Argument für die Güte der jetzigen Version darstellen.

Bei der Untersuchung „MIKE trifft IVA“ dienten die Möglichkeit, die Modelle ineinander zu überführen, und die Aussagen der befragten Arbeitswissenschaftler als Indikatoren dafür, daß das Instrument den Anforderungen des Kriteriums genügt. Die parallelen Modelle in MIKE und IVA ließen sich problemlos ineinander umwandeln. Auch hatten die Experten keinerlei Probleme mit der Kombination der Elemente.

Die Ergebnisse der Untersuchung „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ wurden durch Interviews mit den Befragten und durch Fragen nach Verbesserungsvorschlägen für das Verfahren gewonnen. Dabei gaben die Befragten keine Vorschläge zur Verbesserung des Instruments an. Auch sonst zeigten sich die modellierenden Experten mit der Kombinierbarkeit der Elemente zufrieden.

Die Erkenntnisse des Versuchs „Modellierungsexperten und -laien“ schließlich stammten aus der Diskussion der Versuchsleiter und den Ratings, die die Probanden im Anschluß an die Abbildung der Aufgabe abgaben. Weder die Analyse der Modellierungsfehler noch die gemachten Erfahrungen der Versuchsleiter gaben Hinweise darauf, daß die Kombination der Elemente problematisch sein könnte. Auch die Ratings der Interviewten über das Zutrauen zur Qualität des eigenen Modells ergaben keine Unterschiede zwischen jenen, die mit IVA modellierten, und solchen, die interviewt wurden.

In allen vier Untersuchungen zeigte sich also trotz der unterschiedlichen Herangehensweisen ein konsistentes Bild. Die Ergebnisse wiesen nicht darauf hin, daß die Kombination der Elemente von IVA uneindeutig oder widersprüchlich war. Es kann also weiter davon ausgegangen werden, daß IVA dem Prüfkriterium entspricht.

P5 Die Befragten werden bei der Befragung mit IVA gleichberechtigt einbezogen.

Diesem Kriterium wurde in der Untersuchung „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ nachgegangen (vgl. Kap. 6.3.3). Als Maß der Einbeziehung dienten zum einen die Selbstaussagen

künfte der Befragten im Interview, zum anderen Beobachtungen aus eineinhalb Jahren der Prozeßbegleitung nach der Modellierung.

Dabei zeigte sich, daß die Modellierung selbst dazu beitragen konnte, daß sich die Mitarbeiter einbezogen fühlten. Sie selbst nutzen die IVA- Pläne dort für ihre Zwecke, wo es die Umstände erlaubten. Allerdings gaben die Mitarbeiter an, daß sie durch das Modellieren ihre Ziele nicht erreicht hätten. Die enttäuschten Äußerungen der Befragten sind dabei vor allem darauf zurückzuführen, daß die Mitarbeiter der Logistik gerne mehr in den Veränderungsprozeß eingebunden worden wären.

Die Operationalisierung des Prüfkriteriums und die Ergebnisse selbst lassen im Vergleich zu den anderen Prüfkriterien vergleichsweise viel Spielraum für alternative Interpretationen. An dieser Stelle sind weitere Überprüfungen des Kriteriums sinnvoll. Als Ergebnis bleibt dennoch stehen, daß die Mitarbeiter das Gefühl hatten, zumindest in der Befragung gleichberechtigt einbezogen zu sein.

P6 IVA bildet die subjektiven Vorgangsmodelle der Befragten vollständig und zutreffend ab.

Der Prüfung von Vollständigkeit und Zutreffen der Vorgangsmodelle wurde in allen vier geschilderten Untersuchungen eine große Aufmerksamkeit gewidmet (vgl. Kap. 6.3.1 bis Kap. 6.3.4).

In der Untersuchung „Erste Tauglichkeitsüberprüfungen“ wurden Aufgaben aus gleichen Aufträgen mittels der Inhaltsanalyse daraufhin überprüft, ob die Modelle die gleichen Sachverhalte abbilden. Es zeigte sich, daß die Befragten zum Teil aus dem Auftrag unterschiedliche Teile herausgeschnitten hatten. Diejenigen Teiltätigkeiten, die sich vergleichen ließen, wurden durch die Interviewpartner allerdings vollständig abgebildet. Für jeden Inhalt der Teiltätigkeit im einen Modell gab es eine Entsprechung in den parallelen Abbildungen. Das Zutreffen der Abbildung wurde durch die Probanden auch bei einer nachträglichen Präsentation bestätigt.

Dieses Bild bot sich auch bei der Prüfung des Kriteriums bei „MIKE trifft IVA“. In dieser Untersuchung wurden die Arbeitsschritte der beiden Modelle in den jeweiligen Modellsprachen zweier Probanden auf Entsprechungen untersucht. Dabei ergaben sich beim Vergleich der Arbeitsschritte ausschließlich Übereinstimmungen. In wenigen Ausnahmefällen konnten diese Korrespondenz der Modelle allerdings erst durch den Wechsel der Abstraktionsniveaus der Beschreibung gefunden werden.

Im Versuch „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ wurde die Vollständigkeit am Qualitätsmanagement- Plan und an den sogenannten „Handbüchern gemessen. Während sich alle wichtigen Details des Management- Plans in den Beschreibungen wiederfinden ließen, inklusive der Verzweigungen des Ablaufs, wurden nicht alle Inhalte der Handbücher in den IVA- Plänen abgebildet. Insbesondere Tastenkombinationen und Ausnahmeregelungen wurden von den Befragten nicht abgebildet. Die gewonnenen Daten legen jedoch den Verdacht nahe, daß

diese Inhalte auf einem detaillierteren Beschreibungsniveau im Vorgangsmodell eingebracht worden wären.

Die Daten des Versuchs „Modellierungsexperten und -laien“ wurden am Vergleich mit dem generischen Modell der Aufgabe und durch das Rating der Zufriedenheit mit dem Modell gewonnen. Dabei war eine statistisch nicht bedeutsame Tendenz zur vollständigeren Beschreibung erkennbar, wenn die Befragten mit IVA interviewt wurden, im Gegensatz zur ausschließlichen Nutzung des Interviews. Auch das Zutrauen in die Güte der Beschreibung wies zwischen der Interview- und der IVA- Bedingung keine Unterschiede auf.

Alle vier Versuche zeigten im Ergebnis, daß IVA zu vollständigen und zutreffenden Ergebnissen führte. Als Schönheitsfehler bleibt, daß IVA als Instrument im Vergleich zur benutzten Interviewtechnik keine besseren Ergebnisse zeigt. Jedoch konnte in keiner der Untersuchungen ein Argument dafür gefunden werden, daß IVA dem Prüfkriterium nicht genügt.

P7 IVA kann die Abläufe auf unterschiedlichen Ebenen der Handlungsregulation abbilden.

Der Frage nach der Abbildung der Abläufe auf verschiedenen Handlungsregulationsebenen wurde im Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ nachgegangen. Die Ergebnisse des Vergleichs der unterschiedlichen Modelle zeigten eindeutig, daß die Befragten verschiedene Ebenen der Beschreibung bevorzugten. Abhängig von ihrer Vertrautheit mit Modellierungstechniken bevorzugten die Experten in der Tendenz abstraktere Beschreibungen der Aufgabe.

Es kann also entschieden werden, daß IVA diesem Prüfkriterium genügt.

P8 Chancen für die Arbeitsgestaltung werden von den Mitarbeitern genutzt.

Ob die Chancen für die Arbeitsgestaltung von Mitarbeitern, die ihre Abläufe mit IVA modelliert haben, genutzt werden, wurde in der Untersuchung „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ durch Fragebogendaten aus der Prozeßbeobachtung und Beobachtung der Modellierenden überprüft.

Die Ergebnisse konnten auf der einen Seite belegen, daß die Mitarbeiter die erzeugten IVA-Pläne nach der Modellierung für ihre Zwecke bei der Gestaltung der Zusammenarbeit innerhalb der Logistik benutzten. Von dieser Seite wurden also die Chancen zur Gestaltung durch die Befragten genutzt. Auch die Daten aus dem Fragebogen wiesen in die Richtung, daß das Modellieren zu einer vermehrten Akzeptanz der Ideen der Mitarbeiter und zu einem Anwachsen der Ansprüche an Beteiligung geführt hatte. Aufgrund der kleinen Stichprobe und der geringen Varianz ergab sich jedoch kein statistisch bedeutsamer Unterschied, so daß diese Interpretation unter Vorbehalten erfolgen muß. Zusätzlich muß bedacht werden, daß in der Abteilung Logistik, die mit dem Rest des Werkes verglichen wurde, auch andere Personen, als jene, die die Vorgangsmodelle erstellt hatten, befragt wurden.

Für die Bewertung dieses Prüfkriteriums waren also die Beobachtungsergebnisse hilfreicher. Die Nutzung der Modelle für die Gestaltung spricht ja dafür, daß das Instrument die Anforde-

rungen des Kriteriums erfüllt. Es fehlt aber der Nachweis, ob die Beteiligten sich ohne die Modellierung der Abläufe nicht genauso oder gar mehr bei der Gestaltung engagiert hätten. Tatsächlich haben sich auch im Rest des Werks Mitarbeiter bei der Gestaltung von Arbeit engagiert. Für den Beleg des Effekts von IVA allein aus diesen Daten war die Untersuchung also ungeeignet. Bringt man diese Daten in Verbindung mit den Ergebnissen zu Prüfkriterium P5 (siehe oben), so läßt sich der Verdacht nicht erhärten, daß IVA einen Beitrag zur Gestaltung leistete. Die Mitarbeiter bringen ihren Beitrag zur Gestaltung nicht mit ihrer Modellierung in Verbindung. Ob IVA dem Prüfkriterium genügt, daß die Chancen zur Gestaltung der Arbeit genutzt werden, muß also trotz oberflächlich ermutigender Ergebnisse offen bleiben.

P9 Die Methode sorgt bei den Beteiligten für eine leichte und universelle Modellierung.

Die Prüfung dieser These wurde in den Untersuchungen „MIKE trifft IVA“, „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ und „Modellierungsexperten und -laien“ durchgeführt (vgl. Kap. 6.3.2 bis 6.3.4).

In der Untersuchung „MIKE trifft IVA“ lobte der Interviewer die vergleichsweise einfache Benutzbarkeit von IVA. Die beiden befragten Spezialisten waren sich einig, nach anfänglichen Schwierigkeiten leicht mit der Modellsprache zurecht gekommen zu sein.

Bei „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ mußte, da der Autor gleichzeitig einziger Interviewer war, die Begutachtung der Handhabbarkeit der Methode außenvor bleiben. Die Befragten waren sich jedoch im nachträglichen Interview einig, die Anwendung der Methode für einfach und angemessen zu halten.

Im Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ wurden die Befragten gebeten, Ratings zu Aussagen über die Anwendung der Modellierung zu machen. In der Tendenz waren die mit IVA befragten Probanden zufriedener mit der Methode als die ausschließlich interviewten Befragten. Die Handhabung wurde in jedem Fall aber nicht als schwieriger eingestuft als in der Interview-Bedingung. Die Versuchsleiter selbst empfanden das Instrument IVA nicht als kompliziert zu handhaben.

Aus den drei Untersuchungen läßt sich der Schluß ziehen, daß die Handhabbarkeit von IVA für den Befragten als leicht und universell empfunden wird. Diesem Prüfkriterium genügt demnach das Instrument.

P10 Das Instrument sorgt unabhängig von den Vorkenntnissen für Chancengleichheit bei der Abbildung von Vorgängen.

Die Prüfung der Chancengleichheit bei der Abbildung unabhängig von den Vorkenntnissen erfolgte in der Untersuchung „Modellierungsexperten und -laien“. Bei der Prüfung dieses Gütekriteriums wurden bevorzugt die Maße der Vollständigkeit der Modelle einerseits zwischen Laien und Experten, andererseits zwischen der IVA- und der Interviewbedingung verglichen.

Die Verwendung von IVA sorgte dafür, daß sich die Vollständigkeitsmaße zwischen Laien und Experten nicht unterschieden. Wurde ausschließlich das Interview für die Abbildung während des Vorgangs verwendet, dann hatten die Experten gegenüber den Laien einen Vorteil. Bedeutsam für die Interpretation war jedoch nicht allein, daß das Interview mit IVA für mehr Chancengleichheit zwischen Modellierungsexperten und -laien sorgte, sondern vielmehr, daß die Verwendung von IVA, obwohl den Beteiligten das Instrument neu war, nicht zu Abstrichen bei Vollständigkeit und Vertrauen in die Richtigkeit des Modells führten.

6.4 Fazit Erprobung

Im vorausgegangenen Kapitel wurden die Untersuchungen zur Überprüfung der Güte von IVA dargestellt und die Bewertung der Ergebnisse für die Prüfkriterien diskutiert. Am Ende des Kapitels 6 soll nun zum einen betrachtet werden, wie es um die Gütekriterien für IVA als qualitatives Verfahren bestellt ist. Zum anderen soll bewertet werden, inwieweit die Untersuchungen, die hier im Rahmen der Validierung von IVA vorgestellt wurden, diesem Gütekriterium entsprechen.

6.4.1 Fazit Verfahrensdokumentation von IVA

Bei der Konstruktion von IVA wurde für eine angemessene Verfahrensdokumentation gesorgt, die dazu dient, das Verfahren nachvollziehbar zu machen und damit die Voraussetzung für Unabhängigkeit von Versuchsleitereffekten zu schaffen (vgl. Kap. 6.2.2.1). Deshalb sind im Instrument Maßnahmen vorgesehen, die das Vorverständnis zum Untersuchungsgegenstand explizieren, das Analyseinstrumentarium zusammenzustellen und die Durchführung sowie Auswertung der Datenerhebung zu dokumentieren. Die Überprüfung der These „Das Verfahren ist ausreichend beschrieben, damit verschiedene Interviewer vergleichbare Ergebnisse erzielen.“ sollte klären, war, ob diese Vorkehrungen genügten.

Zur Überprüfung dieses Prüfkriteriums liegen aus den vier Untersuchungen einzig Daten aus dem Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ vor. Diese Ergebnisse zeigten, daß die Dokumentation des Verfahrens eine Übereinstimmung bezüglich der Vollständigkeit, gleicher Fehleranzahl bei der Modellierung und zu einer gemeinsamen Grundstruktur der Abbildungen des Vorgangs führte. Allerdings konnten die Interviewer ihre persönlichen Schwerpunkte bei der Abbildung setzen.

Für die Bewertung des Instruments für seine Tauglichkeit in der objektorientierten Softwareentwicklung ist in den beobachteten Auswirkungen der Verfahrensdokumentation des Instruments ein Vorteil zu sehen: Die objektorientierte Modellierung braucht eine verlässliche Abbildung der Struktur des Vorgangs, möglichst wenig Fehler bei der Modellierung bei größtmöglicher Vollständigkeit der Darstellung. Gerade die Anzahl der genutzten Modellierungsprimitiven und die Auswahl des Detaillierungsniveaus sollte durch IVA nicht erzwungen werden, sondern durch den Interviewer leicht zu beeinflussen sein, damit der Softwareinge-

nieur seine Modellierungsbedürfnisse in jeder Phase der Iteration verwirklichen kann. Aus dieser Perspektive heraus erfüllt IVA also seinen Zweck.

Betrachtet man die Verfahrensdokumentationen der vier hier vorgestellten Untersuchungen, so entsprechen alle dem Gütekriterium, in der Ausprägung der Zusammenstellung des Analyseinstrumentariums und der Dokumentation von Durchführung sowie Auswertung der Daten. Gerade bei der Explikation des Vorverständnis aber, die auch zum Gütekriterium der Verfahrensdokumentation gehört, läßt sich gegen den Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ argumentieren. Die drei Versuchsleiter produzierten in diesem Versuch nämlich unterschiedliche Ergebnisse, da sie eine unterschiedliche Zielsetzung verfolgten, mit anderen Worten ein unterschiedliches Vorverständnis vom Untersuchungsauftrag hatten. Im vorliegenden Fall führte diese Verschiedenheit zu modellkonformen Ergebnissen. Über die Auswirkungen anderer Auffassungen des Untersuchungsauftrags können keine Aussagen gemacht werden, genauso wenig kann auf Interviewereffekte geschlossen werden, die bei kontrollierter Zielsetzung entstanden wären. An dieser Stelle wäre eine neuerliche Untersuchung wünschenswert, die dem Gütekriterium besser entspricht und sich ausschließlich der Auswirkung des Versuchsleitereffektes, womöglich an einer größeren Stichprobe, widmet.

Bei der Prüfung auf Unabhängigkeit des Untersuchungsergebnisses vom Interviewer handelt es sich im Sinne der Gütekriterien für quantitative Verfahren um eine Entscheidung, ob das Verfahren „objektiv“ ist (vgl. Kap. 6.2.1.1). Die gefundenen Ergebnisse sprechen also eindeutig dafür, daß IVA bezüglich der oben beschriebenen Merkmale keine „Objektivität“ besitzt. Dennoch erfüllt IVA das von der „Objektivität“ auf qualitative Methoden übertragene Gütekriterien der Verfahrensdokumentation. Die Dokumentation dient nämlich einem Zweck, im Falle von IVA nämlich, optimal für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung zu taugen. Auch läßt sich das Untersuchungsergebnis heranziehen, daß in der gleichen Untersuchung gezeigt werden konnte, daß IVA bezüglich des einfachen Interviews zu besseren Ergebnissen führt, mit anderen Worten, die Verfahrensdokumentation von IVA dem Interview überlegen ist.

Alles in Allem kann jedoch für das Instrument im jetzigen Stadium der Erkenntnis gesagt werden, daß IVA dem Gütekriterium der Verfahrensdokumentation im erwarteten Umfang für den Einsatz bei der objektorientierten Softwareentwicklung entspricht.

6.4.2 Fazit argumentative Interpretationsabsicherung von IVA

Durch die argumentative Interpretationsabsicherung sollen die Ergebnisse der Untersuchung nachvollziehbar und die Erkenntnisse von Versuchsleitereffekten unabhängig gemacht werden. Wie in Kapitel 6.2.3.2 dargelegt, ist die Absicherung der Interpretation unproblematisch für IVA, da das Verfahren der Beschreibung des Vorgangs dient. Aspekte der argumentativen Interpretationsabsicherung, die für das Instrument eine Rolle spielen, nämlich, ob das Vorge-

hen zu vergleichbaren Ergebnissen bei verschiedenen Interviewern führt, wurden bereits unter dem Fazit für die Verfahrensdokumentation (vgl. Kap. 6.4.2) behandelt.

Schlußfolgernd kann also gesagt werden, daß das Gütekriterium der argumentativen Absicherung der Interpretation dort, wo es für IVA Gültigkeit besitzt, gewährleistet ist.

6.4.3 Fazit Regelgeleitetheit von IVA

Gerade für ein qualitatives Verfahren ist es wichtig, daß Regeln für die Durchführung existieren (vgl. Kap. 6.2.2.3). Bei der Konstruktion von IVA wurde versucht, dem Gütekriterium der Regelgeleitetheit dadurch zu entsprechen, daß sowohl das Vorgehen als auch die Syntax und die Semantik des Instruments festgelegt sind.

Der Zweck der Leitung des Verfahrens durch Regeln besteht darin, es von Interviewereffekten unabhängig zu machen. Die Überprüfung der Unabhängigkeit wurde schon unter Kapitel 6.4.1 diskutiert, und es kann davon ausgegangen werden, daß sie in ausreichendem Maße gegeben ist. Für die Prüfung der Regelgeleitetheit war jedoch im vorliegenden Fall vor allem interessant, ob die beschriebenen Regeln den Bedürfnissen für die Modellierung in der Praxis genügen.

Dazu wurden zuerst Syntax und Semantik des Verfahrens aufgrund der Erfordernisse der objektorientierten Softwareentwicklung theoretisch abgeleitet (vgl. Kap. 3.5 und 4.5). Dann wurden drei zugehörige Prüfkriterien untersucht (vgl. Kap.6.3.5).

Bei der Überprüfung der Anzahl der verschiedenen Elemente zeigte sich kein Veränderungsbedarf für das Verfahren. Besonders die Untersuchung „erste Tauglichkeitsüberprüfung“ konnte interessante Ergebnisse liefern. In dieser Studie wurde mit einem abweichenden Satz an Elementen gearbeitet. Trotzdem konnte bestätigt werden, daß der theoretisch notwendige Elementesatz die praktischen Bedürfnisse genau befriedigt. Daß auch die Versuche mit den Abbildungsexperten, sowohl mit den Arbeitswissenschaftlern als auch mit den modellierungsgeübten Mitarbeitern der Logistik, zeigten, daß die richtigen Elemente ausgewählt wurden, ist ein weiterer Beleg für die Regelgeleitetheit von IVA.

In den Untersuchungen zur eindeutigen Definition der Elemente sowie deren eindeutiger und widerspruchsfreier Kombination wurden ebenfalls keine Argumente dafür gefunden, daß das Instrument überarbeitet werden muß. Damit passen auch die Ergebnisse zur Kombination der Modellierungsprimitive zu den aus der Theorie abgeleiteten Anforderungen.

Für IVA als Instrument ist das Gütekriterium der Regelgeleitetheit zum einen dadurch gegeben, daß eindeutige und widerspruchsfreie Richtlinien für die Anwendung bestehen. Zum anderen muß jedoch gewährleistet sein, daß diese Regeln dem Einsatzgebiet der objektorientierten Softwareentwicklung angepaßt sind. Hier wurde bei der Konstruktion des Instruments und der Auswahl der passenden Prüfkriterien auf die Richtigkeit der Regeln geachtet. Zusätzlich wurde die Tauglichkeit des Instruments in der Untersuchung „MIKE trifft IVA“ beim

Konstruieren eines objektorientierten wissensbasierten Systems geprüft und an einem Außenkriterium (in diesem Falle MIKE) geprüft.

Im Bezug auf die Leitung durch Regeln bei Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation der Daten wurde versucht, die Richtlinien offenzulegen. Tatsächlich war es gerade in den unstrukturierten Interviews mit den Experten nötig, im Anschluß an die Untersuchung mit IVA für regelgeleitete Bedingungen zu sorgen. Alles in allem sprechen die Ergebnisse der Untersuchungen aber in vollem Umfang für die Erfüllung des Gütekriteriums.

6.4.4 Fazit Nähe zum Gegenstand von IVA

Die Nähe zum Untersuchungsgegenstand wurde in den vorliegenden Studien vor allem im Sinne der Beteiligung der Benutzer betrachtet. Damit die Nähe erreicht werden kann, muß im Sinne von Mayring (1993; vgl. Kap. 6.2.2.4) der Bezug zu den Befragten gesucht werden. Bei IVA geschieht dies durch verschiedene Maßnahmen, von der Wahl des Untersuchungsmaterials über den Befragungsort bis hin zur Fragetechnik (vgl. Kap. 5). Es war jedoch unklar, ob die Konstruktionsmerkmale des Instruments dazu führten, daß die Befragten sich auch eingebunden fühlten. Diese Frage wurde am Prüfkriterium P5 in der Untersuchung „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ entschieden.

Das Ergebnis in diesem einen Versuch in der Logistik belegte, daß die Befragten die Maßnahmen des Instruments zu würdigen wußten. Da sie sich in den Prozeß einbezogen fühlten, gilt das Gütekriterium im Sinne Mayrings als erfüllt. Dabei bleibt jedoch zu bedenken, daß es sich in der Untersuchung nur um sechs Befragte handelte, die gleichzeitig, bedingt durch die lange Zeit der Prozeßbegleitung, eine verhältnismäßig enge Beziehung zum Interviewer aufgebaut hatten. An dieser Stelle war die Untersuchung ausgerechnet weit von der Realität des Softwareentwicklers entfernt, der im Laufe des Kontakts mit dem Benutzer mit Widerständen zu rechnen hat (vgl. Partsch, 1991).

Zu diskutieren bleibt auch, ob der Ansatz der Nähe zum Gegenstand für IVA alleine beim Befragten nicht zu kurz greift. Tatsächlich soll das Instrument bei der objektorientierten Softwareentwicklung helfen, es fehlt also noch die empirische Überprüfung der Nähe zum Softwareingenieur. Hier ist ein Schwachpunkt der vier dargestellten Untersuchungen, weil nur in einem Fall objektorientiert arbeitende Entwickler bei der Anwendung von IVA untersucht wurden („MIKE trifft IVA“). In den anderen drei Untersuchungen wurden jeweils nur Teilaspekte der Güte geprüft, nämlich jene, die vorab theoretisch abgeleitet wurden. Die Tauglichkeit des Instruments innerhalb eines vollständig durchlaufenen Entwicklungsprozesses hingegen wurde bei „MIKE trifft IVA“ ergebnisorientiert überprüft (vgl. Gissel, 1998), eine prozeßorientierte Gütebewertung fand jedoch nicht statt. Damit wird das Problem der Untersuchungen klar, die zwar im Kontext der Entwicklung oder Auswahl von Softwaretools („MIKE trifft IVA“; „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“) oder bei der Beschreibung von Computerarbeitsplätzen („Modellierungsexperten und -laien“; „erste Tauglichkeitsüber-

prüfungen“) gemacht wurden, aber nicht in iterativen Prozessen getestet wurden. An dieser Stelle besteht noch Überprüfungsbedarf.

6.4.5 Fazit Kommunikative Validierung von IVA

Ein wichtiges Grundprinzip von IVA ist die konsensuale Validierung, bei der sich der Befragte und der Interviewer auf ein gemeinsames Verständnis des Modellierten einigen. Aus dieser Perspektive beinhaltet das Vorgehen des Verfahrens bereits die Erfüllung des Gütekriteriums.

Da jenes Modell, auf das sich die Beteiligten einigen konnten, nicht der real ausgeführten Arbeitsweise entsprechen muß (vgl. Kap. 2.5), sondern jener, die der Vorstellung des Ausführenden entspricht (das subjektive Vorgangsmodell,) wurde in den dargestellten Untersuchungen die Vollständigkeit und das Zutreffen der Abbildungen an anderen Außenkriterien überprüft. Zum Vergleich wurden einerseits andere Verfahren zur Modellierung von Auftrag oder Aufgabe herangezogen, andererseits Zufriedenheitsmaße der Betroffenen selbst.

Eine hohe Zufriedenheit der Befragten konnte in allen Versuchen, in denen sie erfragt wurde, nachgewiesen werden. Dieser Umstand ist wenig verwunderlich, da die Interviewpartner ja immer die von ihnen erbrachte Leistung beurteilten, wobei das Modell erst als abgeschlossen gilt, wenn der Befragte seine Zufriedenheit mit dem Abbild bekundet (vgl. Kap. 5.3.4.6). Mehr Aussagekraft haben die positiven Einschätzungen der Interviewpartner, wenn sie mit größerem zeitlichen Abstand von der Befragung gewonnen wurden, wie bei den Untersuchungen „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“, oder wenn, wie in diesem Fall und in „erste Tauglichkeitsüberprüfungen“, bei den Befragten erste Erfahrungen mit der Nutzung der Modelle vorlagen.

Beim Vergleich mit objektiven Arbeitsbeschreibungen, wie bei den „ersten Tauglichkeitsüberprüfungen“ und bei „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“, fiel auf, daß die subjektiven Vorgangsabbildungen umfangreicher und auf einer detaillierteren Beschreibungsebene waren. Außerdem wurde die Tätigkeit nicht, wie im Auftrag vorgesehen, strukturiert. Auf diese Weise zerfiel ein Auftrag in mehrere Aufgaben- bzw. Vorgangsmodelle. Der Vergleich mit der auf abstrakterem Niveau abgebildeten Auftragsbeschreibung ließ aber in keinem Fall eine zuverlässige Schätzung der Vollständigkeit der IVA- Modelle zu.

Im Vergleich mit anderen Instrumenten und mit dem generischen Modell des Vorgangs zeigte sich, daß IVA sehr vollständig abbildet und gemessen an der reinen Interviewtechnik für eine Gleichberechtigung zwischen Modellierungsexperten und -laien sorgt, indem mit IVA beide Gruppen gleich gut abschneiden. Damit wird das Instrument dem Gütekriterium gerecht.

Betrachtet man nun die einzelnen Untersuchungen darauf hin, ob das Kriterium der kommunikativen Validierung erfüllt wurde, so wurden alle gewonnenen qualitativen Daten, das heißt, sowohl die IVA- Pläne als auch die Interviewdaten und die Vorgangsbeschreibungen, die in

„Modellierungsexperten und -laien“ erzeugt wurden, den Partnern sofort während der Befragung oder direkt im Anschluß vorgetragen. Damit sollte, wie im Verfahren vorgesehen, sicher gegangen werden, daß es zu keinen Mißverständnissen kam. Zusätzlich wurden alle Daten in zusammengefaßter Form in den ersten drei Studien den Mitarbeitern zurückgemeldet. Dabei konnten die Befragten noch einmal überprüfen, ob aus ihren Angaben die richtigen Schlüsse gezogen wurden. Eventuelle Fehler wurden verbessert. Alles in allem genügten also auch die Datenerhebungen selbst dem Gütekriterium.

6.4.6 Fazit Triangulation von IVA

Beim Gütekriterium der Triangulation geht es um die Ergänzung der Erhebung durch andere Datenquellen. Alle Ergebnisse dazu wurden bereits in Kapitel 6.4.5 diskutiert. Als solches besteht das IVA- Verfahren bereits aus einer Triangulation, indem Strukturlegetechnik und Interview kombiniert werden. Die Möglichkeit von IVA, in der Kombination mit anderen Instrumenten in Triangulation Daten zu gewinnen, muß noch diskutiert werden.

Was die Untersuchungen selbst betrifft, wurde in jeder Untersuchung versucht, verschiedene Methoden und Ansätze als Datenquellen zu nutzen. Dieses Vorgehen geschah nicht nur auf der Ebene der gesamten Studie, sondern es wurde versucht, jedes einzelne Prüfkriterium unter Verwendung verschiedener Quellen zu prüfen. Auf diese Weise kann das Kriterium der Triangulation als gegeben angesehen werden.

6.4.7 Fazit Anforderungen aus der objektorientierten Softwareentwicklung

Nachdem die Gütekriterien für qualitative Verfahren diskutiert worden sind, bleiben noch die Prüfkriterien zusammenzufassen, die eingeführt wurden, um die Tauglichkeit von IVA für die objektorientierte Softwareentwicklung zu überprüfen.

Es konnte im ersten Schritt nachgewiesen werden, daß mit dem Instrument Vorgänge auf unterschiedlichen Detaillierungsniveaus abbildbar waren. Besonders eindrucksvoll gelang dieser Nachweis im Versuch „Modellierungsexperten und -laien“. Die Probanden beschrieben den Vorgang auf sehr unterschiedlichen Ebenen, von der Benennung jeder auszufüllenden Einheit bis hin zur generalisierten Darstellung des Umgangs mit Datenbanken an grafischen Benutzeroberflächen. In dieser Studie konnte auch gezeigt werden, daß die Wahl der Beschreibungsebene durch den Interviewer gesteuert werden kann. Damit konnte gezeigt werden, daß das Instrument für den Einsatz im iterativen Prozeß tauglich ist.

Außerdem wurde untersucht, ob die Befragten die Chancen zur Arbeitsgestaltung nutzen. Es zeigte sich zwar in der Studie „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“, daß die Mitarbeiter ihre Modelle bei der Gestaltung der Arbeit gebrauchten. Auch konnte eine Erhöhung des Anspruches an Mitgestaltung festgestellt werden. Der Nachweis, daß die Veränderungen in der

Abteilung mit der Modellierung zusammenhängen, blieb jedoch aus. Andererseits darf nicht vergessen werden, daß IVA als Instrument zur Beschreibung von Vorgängen dient, die im besten Fall die Einbeziehung der Mitarbeiter bei Veränderungen erleichtern kann. Für eine gelingende Beteiligung sind andere Faktoren entscheidender (vgl. z.B. Duell, 1983).

Schließlich wurde auch die Handhabbarkeit des Verfahrens geprüft. Es zeigte sich in allen Untersuchungen, die sich mit der Leichtigkeit und Universalität des Gebrauchs von IVA beschäftigten, daß die Interviewpartner keine Schwierigkeiten mit dem Gebrauch des Instruments hatten. Das aufgestellte Gütekriterium konnte für IVA bestätigt werden, da die Interviewer ebenfalls das Gefühl hatten, das Instrument leicht beherrschen zu können. Zwar sind die gewonnenen Aussagen der beteiligten vier anderen Interviewer fern davon, repräsentativ zu sein. Alle vier Interviewer hatten bereits vor dem Einsatz von IVA Interviewererfahrungen gesammelt. Dennoch machen die Ergebnisse dahingehend Mut, als das Verfahren nicht so kompliziert zu sein scheint, wie befürchtet.

Alles in allem hat IVA aus der Perspektive der praktischen/empirischen Überprüfung seine Brauchbarkeit für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung auch anhand dieser drei Prüfungskriterien belegen können.

7 Relevanz von IVA in der objektorientierten Softwareentwicklung

Ziel dieser Arbeit war es, die Notwendigkeit für ein Instrument zur Darstellung der subjektiven Modelle der Arbeitsabläufe für die objektorientierte Softwareentwicklung abzuleiten und IVA, als ein solches Instrument, auf seine Tauglichkeit für diese Aufgabe zu überprüfen. Dieses und die genutzten Methoden sollen an dieser Stelle noch einmal gesamthaft diskutiert werden. Die Diskussion wird durch die Vorstellung der Möglichkeiten von IVA in der Kombination mit anderen Verfahren und einen Ausblick abgeschlossen.

In den ersten Kapiteln wurde dargestellt, daß entscheidende Vorteile der Objektorientierung verschenkt werden, wenn nicht parallel zur Iteration der Softwareentwicklung die Arbeitsvorgänge im zukünftigen Einsatzbereich den Chancen und Anforderungen des neuen Instruments angepaßt werden. Dazu ist eine Abbildung der Arbeit auf eine solche Weise notwendig, daß alle Beteiligten sie verstehen können (vgl. Kap.2). Doch auch wenn eine parallele Arbeitsgestaltung nicht angedacht ist, ist die subjektive Sichtweise der zukünftigen Benutzer auf ihre Aufgabe für den Softwareingenieur maßgeblich, wenn das Programm reibungsfrei genutzt werden soll. Das Abbild des Werkzeugs und der Aufgabe, das sich der Benutzer macht, bestimmt seine Möglichkeiten, mit dem Hilfsmittel umzugehen (vgl. Norman, 1986; siehe auch Kap. 4.1.2). Damit müssen das subjektive Modell der Arbeit und der darin gebrauchten Werkzeuge in den Fokus des Interesses des Entwicklers rücken.

Für die Tauglichkeit als Hilfsmittel für die objektorientierte Softwareentwicklung einerseits und die Arbeitsgestaltung andererseits mußte IVA bestimmten Anforderungen genügen. Diese Voraussetzungen für den Einsatz wurden in das Instrument 'hinein konstruiert'. Auf diese Weise ist ein qualitatives Verfahren entstanden, das die Vorteile der Strukturlegetechnik mit denen des strukturierten Interviews vereint. Allerdings wurde die Eignung des Instruments für die Objektorientierung und die Gestaltung von Arbeit aufgrund der Ableitung aus theoretischen Überlegungen postuliert und mußte in einem zweiten Schritt in der Praxis erprobt werden.

In der Diskussion der Relevanz von IVA für die objektorientierte Softwareentwicklung müssen drei Schritte noch einmal durchleuchtet werden. Zuerst muß die Frage abschließend beantwortet werden, ob IVA, als qualitatives Instrument zur Erhebung subjektiver Vorgangsmodelle, den Gütekriterien für qualitative Verfahren genügt. Dann muß entschieden werden, ob sich der Einsatz von IVA für die Benutzergruppe günstig auswirkt. Schließlich muß betrachtet werden, ob die objektorientierte Softwareentwicklung vom Gebrauch von IVA profitiert.

Die Frage danach, ob IVA den Gütekriterien für qualitative Verfahren genügt, kann nach der vorgenommenen qualitativen Validierung eindeutig bejaht werden. Zu keinem der sechs Kriterien (vgl. Mayring, 1993), die an verschiedenen Prüfkriterien gemessen wurden, konnten in

keiner der vier vorgestellten Untersuchungen Ergebnisse gefunden werden, die der Güte des Verfahrens widersprechen (vgl. Kap. 6.4). Es muß jedoch aufgegriffen werden, daß sich bei einer Untersuchung Interviewereffekte nachweisen ließen (vgl. Kap. 6.3.4). Diese sprachen zwar nicht gegen das Gütekriterium der Verfahrensdokumentation. Die gefundenen Effekte zeigten auf, daß der Interviewer die Möglichkeit hatte, das Ergebnis seinen Bedürfnissen anzupassen. Damit wird klar, daß das Verfahren für die betroffenen Merkmale nicht objektiv ist. Diese Annäherung des Modells an die Untersuchungsziele des Versuchsleiters ist jedoch eine Voraussetzung für konsensuale Validierung, bei der das Verständnis des Interviewers gleichberechtigt neben der Überzeugung des Befragten, das sein Modell richtig sei, über die Validität der Abbildung entscheidet. An dieser Stelle stehen die Kriterien der Objektivität des Verfahrens und der Möglichkeit zur konsensualen Validierung, als Spezialfall des Gütekriteriums der kommunikativen Validierung (vgl. Kap. 6.4.5), im Widerspruch. Für IVA als qualitatives Verfahren müssen in einem solchen Fall die qualitativen Gütekriterien der entscheidende Maßstab sein.

Die zweite Frage, die bewertet werden muß, ist, ob sich der Einsatz von IVA positiv für die Benutzergruppen auswirkt.

Daß die Einbindung der zukünftigen Benutzer in die Softwareentwicklung zwingend notwendig für die Konstruktion einer guten Software ist, konnte bereits im Kapitel 2 aus dem momentanen Stand der wissenschaftlichen Diskussion abgeleitet werden. Nicht umsonst wird die Identifizierung der Benutzeranforderungen in der ISO 13407 festgeschrieben. Da IVA ein Mittel zur Beteiligung und Einbindung der Benutzer am Softwareentwicklungsprozeß ist, wirkt sich das Instrument positiv auf die Beteiligten aus. Für IVA muß diese Frage jedoch noch einmal getrennt betrachtet werden. Das Instrument dient nämlich einerseits der Datensammlung für die Erstellung der Software und andererseits der Vorgangsgestaltung (vgl. Kap. 2.4.4) durch die Beteiligten selbst. Der positive Einfluß des Instruments, mittelbar über die Entwicklung von Software, konnte in den dargestellten Untersuchungen untermauert werden. So sorgte IVA beispielsweise für eine gute Vollständigkeit der Abbildung und für Chancengleichheit bei der Modellierung, unabhängig von den Vorkenntnissen, und war in manchen Bereichen einer reinen Interviewtechnik überlegen. Damit wird eine bessere Abbildung von Aufgabe und umgebendem Vorgang erreicht als mit dem Interview. Die bessere Modellierung ist die Voraussetzung für eine aufgabenangemessenere Software, die damit die Arbeit der Benutzer erleichtert. Zur Auswirkung der Vorgangsgestaltung durch die Benutzer liegen weniger Daten vor. Zwar konnte im Versuch „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ nachgewiesen werden, daß die Modelle, die mit IVA erzeugt wurden, von den Mitarbeitern für die Gestaltung ihrer Arbeitstätigkeit genutzt wurden. Ähnliche Ergebnisse schildern Cierjacks & Menzel (1996) zur Vorgangsgestaltung in einem mittelständischen Großhandelsbetrieb. Die Bewertung der Auswirkungen der Arbeitsgestaltung auf die Mitarbeiter konnte aber in beiden Fällen nicht geleistet werden. Allerdings muß auch beachtet werden, daß das Instrument vor allem dazu dienen soll, die objektiven Handlungsspielräume für die Gestaltung von Arbeit durch die

Visualisierung der Abläufe zu öffnen. Dieser Anforderung wird IVA durch die angewandten Erhebungsmethoden mit der Strukturlegetechnik gerecht. Über die Umsetzung dieser Gestaltungsmöglichkeiten in subjektive Handlungsspielräume und deren Nutzung ist jedoch streng genommen keine Voraussage gemacht. Zusammengefaßt sollte sich IVA also positiv auf die Benutzer auswirken, was es bei der Softwareentwicklung auch leistet. Die Folgen des Einsatzes von IVA bei der Vorgangsgestaltung sind jedoch noch unklar.

Die Frage der Auswirkungen auf die Benutzergruppen muß allerdings auch für die Gruppe der Softwareentwickler gestellt werden. Schon in den beiden geschilderten Voruntersuchungen (vgl. Kap. 3.4) konnte gezeigt werden, daß sich Softwareentwickler eine Methode wünschen, die den Kontakt mit den Benutzern erleichtert. Durch die Anforderungen der ISO 13407 wird das Problem verstärkt, da es für Softwareentwickler kaum adäquate Hilfsmittel gibt, die Aufgaben der Mitarbeiter zu erfahren. An dieser Stelle bietet IVA sicherlich ein Werkzeug an, das die Lücke schließen kann, und es trägt somit zur Verbesserung der Situation der Entwickler bei. Die empirischen Daten, die im Verlauf der qualitativen Validierung von IVA gewonnen wurden, belegen, daß die Prüfkriterien, die sich aus den Anforderungen für die objektorientierte Softwareentwicklung ergeben haben, alle erfüllt wurden. Von dieser Seite her kann sicherlich geschlossen werden, daß sich der Einsatz von IVA positiv auf die Softwareentwickler auswirkt, einerseits, weil das strukturierte Vorgehen Unsicherheiten im Umgang mit den Benutzern reduziert, andererseits, da die effiziente und genaue Abbildung des Vorgangs aus Benutzersicht eine Grundvoraussetzung für die Aufgabenangemessenheit der Software darstellt.

Schließlich wurde auch versucht, die Auswirkungen der Modellierung mit einem Fragebogen zu messen (vgl. Kap. 6.3.4). Die Ergebnisse, sowohl für die Gruppe der Modellierungsexperten, die stellvertretend für die Gruppe der Entwickler stehen, als auch für die Laien, die stellvertretend für die Benutzer gemessen wurden, unterscheiden sich allerdings nur unwesentlich in der IVA- und der Interviewbedingung. Von dieser Seite her ist also noch unklar, wie sich das Modellieren selbst auf Softwareentwickler und Benutzer auswirkt. Hier bietet sich noch Raum für weiterführende Erforschungen der Auswirkungen des Modellierens.

Als letzte der drei aufgeworfenen Fragen muß diskutiert werden, ob die objektorientierte Softwareentwicklung von der Nutzung von IVA profitiert. Diese Frage kann auf zwei Ebenen beantwortet werden. Einerseits ist der Nachweis der Nützlichkeit des Instruments genau das Thema der vorliegenden Arbeit. Als solche wurden die nötigen Konstruktionsmerkmale des Instruments aus dem Erkenntnisstand der Forschung abgeleitet und in das Instrument hinein gearbeitet. Dann wurden Prüfkriterien entwickelt und die Güte von IVA daran untersucht. Von dieser Seite her kann also eindeutig gesagt werden, daß IVA für den Einsatz in der objektorientierten Softwareentwicklung geeignet und notwendig ist.

Auf der anderen Seite wurde in den vier geschilderten Untersuchungen IVA nur in der Studie „MIKE trifft IVA“ tatsächlich bei der Entwicklung eines objektorientierten Programms eingesetzt. Bei der Konstruktion eines objektorientiert programmierten Expertensystems zur Ein-

führung von Schichtarbeit (vgl. 6.3.2) diente IVA zur Validierung des Objektmodells (vgl. Gissel, 1998). Die Erhebung der Spezialistendaten geschah unabhängig von der Befragung mit MIKE. Die Ergebnisse zeigten also, daß die Erschaffung der Objektmodells mit IVA in gleicher Weise möglich ist. Hier allerdings wurde die Erhebung der Wissensbasis der Benutzer gleichzeitig mit MIKE durchgeführt, so daß am resultierenden generischen Modell aus beiden Verfahren nicht abzulesen ist, ob das Programm mit dem ausschließlichen Einsatz von IVA zu einer ähnlichen Qualität gekommen wäre (vgl. Gissel, 1998). Denkbar wären an dieser Stelle Versuchsdesigns gewesen, bei denen das gleiche Softwaretool mehrfach entwickelt worden wäre. Dabei würde die Entwicklung mit oder ohne IVA als unabhängige Variable dienen, als abhängige Variablen kämen z.B. die Zufriedenheit der Benutzer, Performanzmerkmale der Software in der Aufgabe des Benutzers oder Dauer des Entwicklungsprozesses und Entwicklungskosten in Frage. Dieses Design zur Überprüfung scheiterte, da sich kein Kooperationspartner finden ließ, der bereit war, in Zeiten der Wiederverwendung von Software (-komponenten) in eine mehrfache Entwicklung des einen Computerprogramms zu investieren. Da das Modellieren selbst Einfluß auf die operativen Abbildsysteme der Befragten hat (vgl. Kap. 4.1), ergäbe sich für einen solchen Ansatz das Problem, daß parallele Organisationseinheiten gesucht werden müßten, die das gleiche Werkzeug brauchen. Streng genommen hätte eine solche Überprüfung die Suche nach parallelen Aufgaben bedeutet, was das Auffinden von Kooperationspartnern für die Prüfung in einem realen Softwareprojekt weiter erschwert hätte.

Statt dessen konnte IVA zumindest in den Anfangsphasen des Softwareentwicklungsprozesses überprüft werden. Bei der Studie „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ wurde das Instrument für Erhebungen zum Requirements Engineering genutzt. Da die formulierten Bedürfnisse der Mitarbeiter bei der Auswahl der Software nicht berücksichtigt wurden, konnten zwar nicht die positiven Effekte der Einbeziehung und der Modellierung mit IVA gemessen werden. Statt dessen traten aber die Auswirkungen der enttäuschten Erwartungen der Benutzer, die gehofft hatten, an der Auswahl der Software beteiligt zu sein, in den Interviews und Fragebogendaten zum Vorschein. Allerdings bleibt einzuräumen, daß die Bewertung von IVA vor allem an den ersten Schritten der Softwareentwicklung geschah.

Für die Objektorientierung ist besonders die Fähigkeit zur Iteration bei den genutzten Werkzeugen wichtig. Deshalb wurde geprüft, ob IVA es gestattet, Arbeitsabläufe auf unterschiedlichen Beschreibungsebenen abzubilden. Die Ergebnisse der Untersuchungen waren eindeutig positiv. Die Überprüfungen folgten allerdings immer einer eindeutigen Zuordnung: Jeder Interviewpartner arbeitete jeweils nur an einem Modell. Im iterativen Prozeß sollte der Befragte in der Lage sein, aufbauend auf einen Teil seines Modells eine detailliertere Beschreibung des Ablaufs zu leisten, also mehrere Modelle seiner Aufgabe zu erzeugen. In der Validierung wurde dieser Schritt nicht gemacht. Die Fähigkeit des Instruments, Vorgänge auf den unterschiedlichsten Ebenen zu beschreiben, war jedoch so eindeutig gegeben, daß es schwer fällt, an der Eignung zur Iteration zu zweifeln.

Zusammenfassend läßt sich zur Frage danach, ob die objektorientierte Softwareentwicklung vom Einsatz von IVA profitiert, klar konstatieren, daß besonders das Vorgehen bei der Objektorientierung während des Prozesses IVA nötig macht, daß alle abgeleiteten Anforderungen von IVA erfüllt werden, die empirische Basis beim Durchlaufen eines Entwicklungsprozesses aber noch einer Erweiterung bedarf.

Nach der Klärung der Auswirkungen des Einsatzes von IVA stellt sich die Frage, ob die richtigen Methoden zur Validierung des Instruments eingesetzt wurden. Viele der Probleme sind schon im Rahmen des vorangegangenen Kapitels diskutiert worden. An dieser Stelle sollen besonders drei Aspekte noch einmal beleuchtet werden:

Zuerst hätte die Qualität mancher Daten zu den Prüfkriterien bei konkreterer Operationalisierung der Variablen, d.h. größerer inhaltlicher Nähe, besser sein können. Genauso hätte eine Vergrößerung der Stichprobe für mehr Klarheit bei den Ergebnissen gesorgt. Gegen beides sprachen in den dargestellten Studien die Vorgaben aus den befragten Unternehmen, bzw. die zur Verfügung stehenden Ressourcen. Es zeigte sich, daß es zwar relativ ökonomisch war, die Modelle zu erheben. So gingen fast alle Erhebungen innerhalb von eineinhalb Stunden im Kontakt mit den Befragten über die Bühne. Gerade in den Untersuchungen „MIKE trifft IVA“ und „IVA und andere Arbeitsbeschreibungen“ waren damit aber nur Teile der Tätigkeit erhoben, so daß ein Spezialist bis zu zehn Modelle von Teiltätigkeiten erzeugte. Obwohl damit ein Ziel der Konstruktion des Instruments erreicht wurde, nämlich die Ökonomie des Verfahrens zu gewährleisten, gestaltete sich der Vergleich von Modellen als äußerst aufwendig. Für die Aufarbeitung von vierzig Modellen, wie im Versuch „Modellierungsexperten und -laien“, ist bei bildhaften Datenmaterial die Grenze der Übersichtlichkeit überschritten. Ein Abgleich ist dann nur noch mit einer gehörigen Datenreduktion zu leisten. Damit wird das qualitative Material quantifiziert, und es kann zu Recht die Frage gestellt werden, ob die richtigen Variablen aus den Plänen und Beschreibungen extrahiert wurden. In den beschriebenen Untersuchungen wurden solche Parameter gesucht, die möglichst optimale Aussagen zu den Prüfkriterien zuließen. Allerdings sind genauso andere Variablen denkbar, mit denen die Abbildungen verglichen werden könnten (vgl. Eckert, 1998). Ein Mehr an Modellen hätte jedenfalls zu einer weiteren Reduktion und Quantifizierung der Daten führen müssen. Mit einer Entscheidung für eine größere Stichprobe wäre auch die Entfernung vom qualitativen Paradigma gewachsen. Dieses wäre nur im Versuch „Modellierungsexperten und -laien“ möglich gewesen, da bei der Untersuchung „natürlicher“ Arbeiten im Betrieb die Anzahl vergleichbarer Aufgaben wesentlich geringer ist.

Als zweites bleibt die Frage, ob der beschrittene Weg, vergleichbare Aufgaben herzustellen, der richtige ist. In der Studie „Modellierungsexperten und -laien“ wurden die Aufgaben dadurch vergleichbar gemacht, daß alle Befragten die Informationen und den Auftrag bekamen. Direkt anschließend wurden sie zum Modellieren aufgefordert. An dieser Stelle läßt sich argumentieren, daß die Reformulierung zur Aufgabe unter Umständen noch gar nicht stattge-

funden haben kann. Für den Befragten zerfällt der Befragungsauftrag möglicherweise in zwei Teile. So muß der Interviewte in der Situation zuerst den Auftrag erster Ordnung zur Aufgabe umformulieren: Erfülle die Arbeitsschritte, die der Versuchsleiter vorgibt. Erst bei der Beschreibung der beobachteten Bearbeitung der Arbeit kann er diesen Auftrag zu seiner Aufgabe zweiter Ordnung machen. Er beschreibt zwar sein Aufgabenmodell der Arbeit, seine dominante Aufgabe lautet aber: Erfülle die Arbeitsschritte des Versuchsleiters. Diese ist in jedem Fall älter und möglicherweise dominanter als das Aufgabenmodell. In der Beschreibung von realen Tätigkeiten ist das genau umgekehrt, hier ist das subjektive Abbild der Arbeit durch unzählige Durchläufe gefestigt und mit vielen Beispielen während der Untersuchung präsent. In der Studie konnten im Vergleich zum Interview Ergebnisse und Erkenntnisse produziert werden. Für die Erschaffung vergleichbarer Aufgaben konnte also durch diese Operationalisierung ein Weg gefunden werden, mit dem eine beliebig große Menge vergleichbarer subjektiver Modelle erzeugt werden kann. Ob es sich dabei im arbeitspsychologischen Sinn um Aufgabenmodelle als subjektive Abbilder reformulierter Aufträge handelt (vgl. Ulich, 1993), bleibt fraglich.

Drittens zeigte sich insgesamt, daß die Überprüfung subjektiver Modelle, besonders auf Zutreffen und Vollständigkeit, schwierig ist. Bei allen beobachtbaren Modellen oder anderen Äußerungen der Befragten handelt es sich um äußere Anzeichen, deren Beziehungen zu den inneren subjektiven Konstrukten der Interviewpartner über ihre Aufgabe ungeklärt bleibt. Damit kämpfte die Überprüfung von IVA mit klassischen Problemen der Denkpsychologie (vgl. Graumann, 1965; Aebli, 1982). Das Konzept der konsensualen Validierung, wie es zur Gewährleistung der Güte für die Strukturlegetechnik vorgesehen ist (vgl. Groeben, 1986; Groeben & Scheele, 1988), genügte alleine zur Bewertung von IVA nicht. Insgesamt war für die Validierung des Instruments das Gütekriterium der Triangulation hilfreich, indem zur Untersuchung eines Prüfkriteriums unterschiedliche Methoden, Instrumente und Ansätze eingesetzt wurden. Die schrittweise Annäherung an den Erkenntnisgegenstand entspricht damit dem Vorgehen der Grounded Theory (vgl. Strauss & Corbin, 1996).

Am Ende der Klärung der Relevanz von IVA in der objektorientierten Softwareentwicklung muß beleuchtet werden, wie das Instrument und die Forschung zu seiner Validierung im Feld des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes zu positionieren sind.

Dabei bleibt die Frage zu klären, ob die Entwicklung eines Instruments zur Analyse von Vorgängen aus subjektiver Sicht in diesem Stadium der Diskussion über Softwareentwicklung zum richtigen Zeitpunkt kommt. Dadurch, daß es so einfach zu sein scheint, durch das Verändern oder durch das Einfügen neuer Objekte dem Kunden die Funktionen zur Verfügung zu stellen, die er wünscht (vgl. Collins, 1995), trat bisher die Notwendigkeit, die Kundenbedürfnisse richtig und vollständig zu ermitteln, in den Hintergrund. Wenn der Aspekt der Wiederverwendung, vom Objekt bis hin zur Dokumentation und Übernahme von domainspezifischen Analysedaten (vgl. Freemann, 1987; Tracz, 19995) im Bewußtsein der Entwickler den wich-

tigsten Stellenwert einnimmt, kommt die Anpassung an die Wünsche der Benutzer zwangsläufig zu kurz. Auch der iterative Prozeß trägt dazu bei, daß die Ermittlung der Requirements als vergleichsweise unwichtig betrachtet wird. Während in der ablauforientierten Programmierung das Requirements Engineering das Fundament der Software schuf und jedes Nachbessern an Ergebnissen einer frühen Phase der Entwicklung zwangsläufig großen Aufwand für die folgenden Phasen bedeutete (vgl. Partsch, 1991), gibt es dieses Problem in der Iteration nicht. Wenn hier Fehler auftauchen, können sie in der folgenden Runde der Iteration immer noch ausgeglichen werden. Demzufolge hat sich in der objektorientierten Analyse die Meinung durchgesetzt, daß das Requirements Engineering überholt ist, da alle notwendigen Aspekte davon in der objektorientierten Analyse enthalten sind (vgl. Jacobson, et al., 1992; Booch, 1996; Coad & Yourdan, 1991). All dieses führte bisher dazu, daß das Bewußtsein für Kundenorientierung bei den Softwareentwicklern zu kurz kommt.

Diese Denkweisen sind momentan im Fluß, einerseits bedingt durch die Unsicherheit, die im Zuge einer flächendeckenden Umsetzung der ISO 13407 entstehen (siehe oben), andererseits setzt sich, aufgrund der in den letzten Jahren gemachten Erfahrungen, die Erkenntnis durch, daß auch in der Objektorientierung auf ein Requirements Engineering nicht verzichtet werden kann (vgl. Bullinger & Ziegler, 1999). Damit wird auch die Erfassung von Use-Cases, die in der UML einen Schattenplatz einnehmen, wieder interessant. Gerade die Erfassung von Use-Cases aber läßt sich durch den Einsatz von IVA sehr gut unterstützen. Die genannten Tatsachen führen dazu, daß die Bereitschaft zur Mitarbeiterereinbindung und zur Erfassung der subjektiven Modelle der Arbeit wächst.

Dazu muß jedoch berücksichtigt werden, daß in den Bemühungen um immer mehr Standardisierung, wie sie zum Beispiel bei der Bewältigung der „Softwarekrise“ (vgl. Pomberger & Blaschek, 1996) oder der Konstruktion der UML (Booch, Rumbaugh, & Jacobson, 1997) auftreten, die Entwicklung von maßgeschneiderten Business Applications zurückgedrängt wird.

Für den Einsatz eines Instruments wie IVA kann das einerseits bedeuten, daß jetzt die Notwendigkeit für das Werkzeug erkannt wird, da Requirements Engineering und Mitarbeiterereinbindung als Voraussetzungen für qualitativ hochwertige Software anerkannt werden. Andererseits werden Maßanfertigungen zugunsten von Standard- Applikationen zurückgedrängt, die dann auf die Bedürfnisse der einzelnen Organisationen konfiguriert werden. Auch an dieser Stelle wird jedoch der Einsatz von IVA interessant. Wenn nämlich die Parameter der Einstellung der Programme festgelegt werden müssen, sind die subjektiven Vorgangsmodele für das Herstellen von Aufgabenangemessenheit unabdingbar.

Alle gefundenen und genannten Vorzüge von IVA gelten auch für nicht objektorientierte, herkömmliche Softwareentwicklung. Zwar sollte in dieser Arbeit ausschließlich die Tauglichkeit von IVA für die Objektorientierung überprüft werden, die Ergebnisse und theoretischen Überlegungen zeigen jedoch die Notwendigkeit auf, jede Form der Softwareentwicklung durch subjektive Vorgangsmodele zu unterstützen. Unter diesem Aspekt ist die Konstruktion

von IVA ausschließlich für die objektorientierte Entwicklung von Software über das Ziel hinaus geschossen. Es bleibt jedoch die Interpretation erhalten, daß die Erhebung subjektiver Vorgangsabbildungen für die Objektorientierung besonders wichtig ist.

Bei der Diskussion darf auch nie vergessen werden, daß, unabhängig von der Validierung des Instruments unter kontrollierten Bedingungen, IVA bereits mit Erfolg in der Praxis Verwendung findet. Insbesondere zeigen die Rückmeldungen der Nutzer, daß das Instrument wegen seiner schnellen und einfachen Visualisierungsfähigkeiten geschätzt wird.

Wie die am Anfang dieser Arbeit aufgezeigten Überlegungen zeigen, kann eine objektorientierte Softwareentwicklung von der Einbeziehung subjektiver Vorgangsmodelle profitieren. Mit IVA ist ein Instrument geschaffen worden, das die speziellen Bedürfnisse der Objektorientierung, aber auch der parallelen Arbeitsgestaltung in den Bereichen, bedienen kann. Damit ist am Ende dieser Arbeit das Hilfsmittel entstanden, das konstruiert werden sollte. Nicht vergessen werden darf, daß das Instrument durch die Kombination aus Interview- und Legetechnik, die zur Abbildung der unterschiedlichsten Arbeitsvorgänge dient, zusätzlich eine Universalität erhalten hat, die es auch als Werkzeug für andere Einsätze als ausschließlich die objektorientierte Softwareentwicklung tauglich macht.

7.1 Stellung von IVA zu anderen Verfahren

Die Entwicklung von IVA zielte darauf ab, ein Instrument zu erschaffen, das Vorgänge möglichst genau erheben und beschreiben kann. Diese Eigenschaften machen IVA zum Werkzeug, das für weit mehr Einsatzgebiete als die objektorientierte Softwareentwicklung tauglich ist.

Im Bereich der Softwareentwicklung kann IVA als ergänzendes Verfahren einen positiven Beitrag liefern. Viele der Vorzüge des Instruments IVA sind, wie bereits im Verlauf dieser Arbeit an verschiedenen Stellen angeklungen ist, nicht nur Vorteile für die Objektorientierung, sondern auch für andere Formen der Softwareentwicklung nützlich. Demzufolge ist IVA für andere Konzepte der Entwicklung von Programmen mit Gewinn einzusetzen, insbesondere dann, wenn ein gründliches und effizientes Requirements Engineering nötig ist.

Die gute Kombinierbarkeit mit verschiedenen Verfahren innerhalb der objektorientierten Softwareentwicklung war Bedingung für die Konstruktion von IVA. Hierbei war die Möglichkeit, die Analysedaten von IVA leicht zur Konstruktion von Use-Case- Diagrammen und zum Auffinden von Objektklassen und -instanzen nutzen zu können, Voraussetzung für die Entwicklung von IVA. Das Instrument läßt sich jedoch auch gut mit der GOMS- Methode (Card, Moran & Nevell, 1983) kombinieren. Hier kann IVA an der Schnittstelle zum Benutzer dazu verwendet werden, die notwendigen Informationen direkt von den Aufgabenträgern zu erhalten, die dann in einem zweiten Schritt zu GOMS- Modellen verarbeitet werden.

Unter besonderen Bedingungen hat sich IVA auch bei der Arbeitsanalyse als Ergänzung zu anderen Verfahren sehr hilfreich erwiesen. Hier sind zwei Anwendungsfälle zu schildern.

Zum einen hat sich erwiesen, daß IVA eine sinnvolle Ergänzung zu psychologischen Arbeitsanalyseverfahren sein konnte. Besonders für Verfahren, wie VERA/RHIA (Oestreich & Volpert 1991) oder TBS (Hacker, Iwanowa & Richter, 1983) oder TBS-GA, zeigte sich, daß die Analyse vereinfacht wurde. Voraussetzung war, daß die Aufträge nicht ausreichend definiert waren, um bestimmte objektive Vorgänge unmißverständlich festzuschreiben. Hier konnte die Analyse mit IVA die Lücken füllen, indem Aufgabe und subjektiver Vorgang modelliert wurden. Eine Bewertung der Arbeit mit objektiven Arbeitsanalyseverfahren war daraufhin effizient und nachvollziehbar möglich. Eine auf IVA aufbauende Bewertung mit anderen Arbeitsanalyseverfahren, als den genannten, wurde nicht versucht. Aber unter oben genannten Bedingungen erscheint dieses ebenfalls als sehr vielversprechend.

Zum anderen wurde IVA zur Modellierung bei der Zertifizierung nach DIN/ISO 9000ff eingesetzt und dort mit gängigen Verfahren zur Darstellung von Qualitätsmanagement-Plänen kombiniert (vgl. Cierjacks & Menzel, 1996). Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen zeigen auf, daß sich IVA einerseits gut für die Erhebung von Qualitätsmanagement-Plänen unter Beteiligung der Mitarbeiter eignete. Auch waren die Beteiligten bereit, die mit IVA modellierten Abläufe gemeinsam nachhaltig zu verbessern. Für die Festschreibung der Pläne nach DIN/ISO 9000ff war die vorherige Modellierung mit IVA vor allem nützlich, da alle relevanten Teile des Ablaufs erhoben und in die Reihenfolge des betrieblichen Vorgangs integriert dargestellt wurden.

Beide Beispiele zeigen auf, daß sich der Vorteil des Verfahrens, nämlich die einzelnen Elemente des Ablaufs durch die Beteiligten nennen und strukturieren zu lassen, gut mit anderen Verfahren der Analyse oder Beschreibung kombinieren läßt.

7.2 Forschungsperspektiven für IVA

Im Verlaufe der Darstellungen zur Konstruktion und Validierung von IVA konnte gezeigt werden, daß mit dem Instrument ein taugliches Hilfsmittel für die objektorientierte Softwareentwicklung entstanden ist. Allerdings kann IVA mit der Abbildung subjektiver Vorgangsmodele an vielen weiteren Punkten einen Beitrag leisten. Es sind auch bei der Validierung noch Fragen offen geblieben, die es in Zukunft zu klären gilt.

So steht an vorderster Stelle die Entwicklung und Durchführung von geeigneten Versuchsplänen, die eine Überprüfung der Auswirkungen des Einsatzes von IVA auf ein vollständiges objektorientiertes Softwareprojekt gestatten. In diesem Zusammenhang muß eine Lösung für das Problem der Mehrfachentwicklung von Softwaretools (vgl. oben) gefunden werden. Auf diese Weise könnte dann die Qualität des Entwicklungsprozesses im Experiment zum Beispiel an Effizienz- oder Zufriedenheitsmaßen der Beteiligten erhoben werden.

Ebenfalls kann überlegt werden, ob IVA domänenspezifische Versionen erhalten sollte, abhängig vom Zweck der Erhebung der subjektiven Vorgangsmodele. Dieses könnte zum einen durch die Anpassung der Nachfragen des Interviewleitfadens geschehen, zum anderen durch

die Veränderungen des Satzes an Modellierungsprimitiven. Eine solche Anpassung wurde bereits in der Arbeit von Cierjacks und Menzel (1996) mit Erfolg für die Konstruktion von Qualitätsmanagement-Plänen in Gruppendiskussionen mit den betroffenen Mitarbeitern versucht. In diesem Umfeld sind auch andere Anpassungen von IVA denkbar.

Schließlich müssen auch noch standardisierte Verfahren der Aufarbeitung und der Aufbewahrung der zum Teil recht unhandlichen Vorgangsmodele gemacht werden. Hier fehlt vor allem eine computergestützte, automatisierte Weiterbearbeitung der Modelle.

Alles in allem ist mit IVA ein Instrument entstanden, das universell einsetzbar ist. Daraus ergeben sich genauso universelle Möglichkeiten, die Erhebung subjektiver Vorgangsmodele für die verschiedensten Zwecke weiter zu fördern.

8 Literaturangaben

Aebli, H. (1982). *Denken: das Ordnen des Tuns. Band 1: Kognitive Aspekte der Handlungstheorie* (S. 35-81). Stuttgart: Klett- Cotta.

Agawari, R., Sinha, A.P. & Tanniru, M. (1996). The role of prior experience and task characteristics in object-oriented modelling: an empirical study. *Int. J. Human Computer Studies*, vol. 45, pp. 639-667.

Alioth, A. (1980). *Entwicklung und Einführung alternativer Arbeitsformen. Schriften zur Arbeitspsychologie*. E. Ulich (Hrsg.), Band 27. Bern: Huber.

Alioth, A. & Ulich, E. (1981). Gruppenarbeit und Mitbestimmung. In F. Stoll (Hrsg.), *Die Psychologie des 20. Jahrhunderts, Band 12: Anwendungen im Berufsleben* (S. 863-855). Zürich: Kindler.

Altenkrüger, D.E. (1987). *Wissensdarstellung für Expertensysteme*. (Reihe Informatik, Bd. 57). Zürich: BI-Wissenschaftsverlag.

Anderson, R.J., Beame, P., Burns, S., Chan, W., Modungno, F., Notkin, D. & Reese, J.D. (1996). Model Checking Large Software Specifications. *Software Engineer Notes*, vol. 21, no. 4, pp. 156-166.

Antoni, C. H. (1996). *Teilautonome Arbeitsgruppen: ein Königsweg zu mehr Produktivität und einer menschengerechten Arbeit?* Weinheim: Beltz, PsychologieVerlagsUnion.

Antoni, C.H. (1998). *Fragebogen zur Arbeitszufriedenheit (FAZ)*. Unveröffentlichter Forschungsfragebogen. Trier.

Atkinson, C. (1991). *Object- oriented reuse, currency and distribution*. New York: Addison-Wesley.

Bartussek, D. (1987). Objektivität. In W. Arnold, H.J. Eysenck & R. Meili (Hrsg.), *Lexikon der Psychologie*. 3. überarbeitete Auflage. Freiburg: Herder.

Baumann, P. & Richter, L. Wie groß ist die Aussagekraft heutiger Software- Metriken? In: *Wirtschaftsinformatik*, vol. 34, Nr. 6, Dez. 1992, S. 624-631.

Beck, A. (1993). Analyse und Beschreibung computergestützter Arbeitsaufgaben. In: J. Ziegler & R. Ilg (Hrsg.), *Benutzergerechte Softwaregestaltung*. München: R. Oldenbourg Verlag.

- Becker, H.S. & Geer, B. (1979). Teilnehmende Beobachtung: Die Analyse qualitativer Forschungsergebnisse. In Ch. Hopf & E. Weinharten (Hrsg.), *Qualitative Sozialforschung* (S. 139-168). Stuttgart: Klett (Orig. 1960).
- Berg, K. (1995). *Komponentenbasierte Software- Konstruktion - neuer Megatrend oder Ausweg aus der Softwarekrise?* Positionspapier zum Workshop "Softwaretechnik", Zentralabteilung Forschung und Entwicklung, Siemens AG.
- Bertalanffy, L.v. (1950). The theory of open systems in physics and biology. *Science* 111, pp. 23-29.
- Bhaskar, K. (1983). How Object-Oriented Is Your System? *SIGPLAN Notices*, vol. 18, no. 10, p. 8.
- Biebow, B & Szulman, S. (1994). Acquisition and validation of software requirements. *Knowledge Acquisition*, vol. 6, pp. 343-368.
- Birkhan, G. (1992). Die (Un-) Brauchbarkeit der klassischen Testgütekriterien für Dialog-Konsens- Verfahren. In Scheele, B. (Hrsg.), *Struktur- Lege- Verfahren als Dialog- Konsens- Methodik*. Münster: Aschendorff Verlag.
- Bittig, M. (1997). Objektorientierung macht noch Mühe. *Information Week*, 9 (Oktober), S. 18-20.
- Boehm, B. W. & Papaccio, P. N. (1988). Understanding and Controlling Software Costs. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 14, no. 10, 1462-1477.
- Boehm, B.W. (1979). Guidelines for verifying and validating software requirements and design specifications. In: P.A. Samet, (ed.): *EURO IFIP 79*, Amsterdam: North -Holland, pp. 711 - 719.
- Boehm, B.W. (1981). *Software Engineer Economics*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Boehm, B.W. (1984). Verifying and validating software requirements and design specifications. In: *IEEE Software System Design* vol. 1, no. 1, pp. 75-88.
- Boehm, B.W. (1988). A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *IEEE Computer*, vol. 21, no. 5.
- Bonato, M. (1990). *Wissensstrukturierung mittels Struktur- Lege- Techniken. Eine graphentheoretische Analyse von Wissensnetzen*. (Europäische Hochschulschriften, Reihe 6). Frankfurt a.M.: Verlag Peter Lang.

- Bonfatti, F. & Pazzi, L. (1995). Ontological foundation for state and identity within the object-oriented paradigm. *Int. J. Human-Computer Studies*, vol. 43, pp. 891-906.
- Booch, G. (1986). Object-Oriented Development. *IEEE Trans. On Software Engineering SE-12*, 2, February 1986, pp.211-221.
- Booch, G. (1991). *Object-Oriented Design With Applications*. Redwood City, CA: Benjamin/Cummings Pub. Com.
- Booch, G. (1996). *Objektorientierte Analyse und Design*. (2. korr. Aufl.). Bonn: Addison-Wessley.
- Booch, G., Rumbaugh, J. & Jacobson, I. (1997). *The Unified Modelling Language for Object-Oriented Development*. [WWW document]. URL <http://www.rational.com/uml/resources/documentation/>
- Börstler, J. (1989). Wiederverwendbarkeit und Softwareentwicklung - Probleme, Lösungsansätze und Bibliographie. *Softwaretechnik-Trends*, vol. 9, Nr. 2, S. 62-76.
- Bortz, J. 1985. *Lehrbuch der Statistik*. Zweite, vollständig neu bearbeitete und erweiterte Ausgabe. Berlin: Springer.
- Brenda, H.v. (1990). Information und Kommunikation im Büro. In: C. Hoyos & B. Zimolong (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie DIII/2. Ingenieurpsychologie*. (S. 479-510). Göttingen: Hofgreffe.
- Brooks, F.P. (1990). No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering. In T. DeMarco & T. Lister (Eds.), *Software State-of-the-Art: Selected Papers*. New York: Dorset House Publishing.
- Bullinger, H.-J. & Ziegler, J. (Eds.) (1999). *Human-Computer Interaction: Ergonomics and User-Interfaces*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Bundesministerium für Arbeit. (1998). Bildschirmverordnung. [WWW document]. URL <http://www.bma.de/bmahome/gesetz/bildschirmarbeit.html>.
- Bungard, W. & Trost, A. (1998). *Mannheimer Organisations Diagnose Instrument (MODI)*. Unveröffentlichter Forschungsfragebogen. Mannheim.
- Burkhardt, J.-M. & Detienne, F. (1995). An Empirical Study of Software Reuse by Experts in Object-Oriented Design. In K. Nordby, P. Helmersen, D. J. Gilmore & S. A. Arnesen (Eds.),

Human-Computer Interaction, Proceedings of the Interact 1995 (pp. 133-138). London: Chapman & Hall.

Buxton, J. N. (1969). Software Engineering Techniques. In J. N. Buxton & B. Randell (Eds.), *Software Engineering Techniques. Report on a Conference, Rome, 1969*. Brüssel: NATO Scientific Affairs Division.

C'T (1998). *Aufgabenangemessene Softwareentwicklung*. Heft 14, S.168

Campion, J. (1989). Interfacing the laboratory with the real world: a cognitive approach to colour assignment in visual displays. In Long, John und Whitefield, A. (Eds.), *Cognitive ergonomics and human-computer interaction*. Cambridge

Chafin, R.L. (1980). The System Analyst and Software Requirements. *Proc. COMPSAC '80, Chicago, III., October 1980*, pp. 254-258.

Cheng, J. (1993). Improving the Software Reusability in Object-Oriented Programming. *Software Engineering Notes, vol. 18, no. 4*, pp. 70-74.

Chien, C.-C. & Ho, C.-S. (1994). A primitives-based generic approach to knowledge acquisition. *Knowledge Acquisition, vol. 6*, pp. 215-242.

Cierjacks, M & Menzel, R. (1996). Prozeßorientierte Qualitätsmanagementsysteme für kleinere und mittlere Dienstleistungsunternehmen. *Mannheimer Beiträge zur Wirtschafts- und Organisationspsychologie, Heft 2/96*.

Cierjacks, M., Antoni, C., Resch, D. & Mangold, R. (1995). *Instrument zur Vorgangsanalyse IVA Handanweisung*. Unveröffentlichter Forschungsbericht: Mannheim.

Clancey, W.J. (1989). The knowledge level reinterpreted: modelling how systems interact. *Machine Learning, vol. 4*, pp. 285-291.

Coad, P. & Nicola, J. (1993). *Object- Oriented Programming*. Englewood Cliffs, N.J.: Yourdon Press

Coad, P. & Yourdan, E. (1991). *Object - Oriented Analysis*. 2nd Edition. Englewood Cliffs, NJ.: Prentice-Hall.

Collins, D. (1995). *Designing object-oriented user interfaces*. Redwood City, C.A.: The Benjamin/Cumings Publishing Company.

- Couger, D. & Zawacki, R. (1978). What motivates DP professionals. *Datamation*, September, pp. 116-123.
- Dahl, O. J., Myrhaug, B. & Nygaard, K. (1970). *SIMULA 67: Common base language*. Oslo: Norsk Regnesentral.
- De Champeaux, D., Lea, D. & Faure, P. (1992): The Process of Object-Oriented Design. *ACM SIGPLAN Notices-OOPSALA*, vol. 27, no. 10, October, pp. 45-62.
- Dedene, G & Snoeck, M. (1994) M.E.R.O.D.E.: A Model-driven Entity-Relationship Object-oriented Development Method. *Software Engineering Notes* vol. 19 no. 3.
- Dervin, B. (1983). Information as a user construct: the relevance of perceived information needs to synthesis and interpretation . In S.A. Ward & L.J. Reed (Eds.), *Knowledge structure and use: implications and Interpretation* (pp. 153-183). Philadelphia: Temple Press.
- DIN EN ISO 13407 (Norm Entwurf) (1998). *Benutzer- orientierte Gestaltung interaktiver Systeme*. Berlin: Beuth Verlag.
- Dörner, D. (1987). *Problemlösen als Informationsverarbeitung* (3. Auflage). Stuttgart: Kohlhammer.
- Duell, W. & Frei, F. (1986). *Leitfaden für qualifizierende Arbeitsgestaltung*. Köln: TÜV Rheinland.
- Duell, W. (1983). Partizipative Arbeitsgestaltung: Bedingungen erfolgreicher Intervention. *Psychosozial*, Heft 20, S.71-90.
- Eckert, A. (1998). *Kognition und Wissensdiagnose. Die Entwicklung und empirische Überprüfung des computerunterstützten wissensdiagnostischen Instrumentariums „Netzwerk Elaborierungs Technik (NET)“*. Inaugural- Dissertation am Lehrstuhl Erziehungswissenschaft II Universität Mannheim, Prof. Hofer. Im Druck.
- Eggert, D. (1987). Objektivität. In W. Arnold, H.J. Eysenck & R. Meili (Hrsg.), *Lexikon der Psychologie*. 3. überarbeitete Auflage. Freiburg: Herder.
- Eisenecker, U. & Köpf, W. (1993). *Die aufgabenspezifische Gestaltung von Benutzungsoberflächen aus der Perspektive der Anwender im betrieblichen Umfeld*. Vortrag auf dem Workshop "Psychologie des Softwareentwurfs" der GMD, 14. bis 15. Mai 1993 in Bad Neuenahr.

- Eisenecker, U. (1992). *Arbeitsplatz- und Aufgabenmodelle. Aktueller Stand von Forschung und Technik*. Technischer Bericht F2/DS-92-001. Ulm: Daimler Benz AG, Forschung und Technik.
- Emery, F.E. (1959). *Characteristics of Sociotechnical Systems*. London: Tavistock document no. 527.
- Emery, F.E. (1967). Analytical Model for Socio-technical Systems. Address to the International Conference on Sociotechnical Systems, Lincoln. In F. Emery (Ed.), *The Emergence of a New Paradigm of Work* (pp. 95-106). Canberra: Australian National University, 1978.
- Ferstl, O.K., Sinz, E.J. (1993). *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. München.
- Feuer, A. & Gehani, N. (1984). *Comparing & Assessing Programming Languages: Ada, C and Pascal*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Fichman, R.G. & Kemerer, C.F. (1993). Object-oriented and conventional analysis and design methodologies: comparison and critique. *IEEE Computer*, vol. 25, pp. 22-39.
- Fielding, N.C. & Fielding, J.L. (1986). *Linking data*. Sage university paper series on qualitative research methods, vol. 4. Beverly Hills, CA: Sage.
- Finkenstein, A., Gabbay, D., Hunter, A. & Nuseibeh, B. (1993). *Inconsistency Handling in Multi- Perspective Specifications*. In Fourth European Software Engineering Conference (ESEC '93), Garmisch, Germany, September 1993.
- Finkenstein, A., Kramer, J. & Nuseibeh, B. (1994). *Software Process Modelling and Technology*. Research Studies Press, J. Wiley.
- Finney, K. (1996). Mathematical Notation in formal Specification: To difficult for the Masses? *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 9, no. 6, pp. 733-744.
- Fisseni, H.-J. (1980). *Lehrbuch der psychologischen Diagnostik*. Göttingen: Hogrefe.
- Flick, U. (1987). Methodenangemessene Gütekriterien in der qualitativ-interpretativen Forschung. In J.B. Bergold & U. Flick (Hrsg.), *Ein-Sichten* (S. 247-262). Tübingen: DGVT.
- Ford, K.M. & Bradshaw J.M (1993). Introduction: knowledge acquisition as modelling. *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 8, pp. 1-7.

Fortange, A. (1997). *Analyse organisatorischer, technischer und psychologischer Erfolgsfaktoren bei der Erstellung und Verwendung von wiederverwendbaren Komponenten im objekt-orientierten Softwareentwicklungsprozeß*. Mannheim: Unveröffentlichte Diplomarbeit.

Freeman, P. (1983). Reusable Software Engineering: Concepts and Research Directions. In P. Freeman & A. I. Wasserman (Eds.), *IEEE Tutorial on Software Design Techniques* (pp. 63-78). Washington: IEEE Computer Society Press.

Freeman, P. (1987). A Perspective on Reusability. In P. Freeman (Ed.), *Tutorial on Software Reusability* (pp. 2-8). Washington: IEEE Computer Society Press.

Frei, F., Duell, W. & Baitsch, C. (1984). *Arbeit und Kompetenzentwicklung. Theoretische Konzepte zur Psychologie arbeitsimmanenter Qualifizierung*. Schriften zur Arbeitspsychologie (Hrsg. E. Ulich), Band 39. Bern: Huber.

Frese, M. & Brodbeck, F.C. (1989). *Computer in Büro und Verwaltung*. Berlin: Springer.

Frieling, E., Kannheiser, W., Facaoaru, C., Wöcherl, H. & Dürholt, E. (1984). *Entwicklung eines theoriegeleiteten, standardisierten verhaltenswissenschaftlichen Verfahrens zur Tätigkeitsanalyse (TAI)*. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben 01 HA 029. Bundesministerium für Forschung und Technologie, Projektträger „Humanisierung des Arbeitslebens“.

Gause, D. C. & Weinberg, G. M. (1986). *Exploring Requirements: Quality before Design*. New York N.Y: Dorset Hose Publishing.

Gissel, A. (1998). *Wissensbasierte Prozeßunterstützung für das ergonomische Design und die Implementierung von Schichtsystemen: Konzeption und Realisierung eines Prototyps*. Frankfurt a.M.: Lang.

Glaser, B. & Strauss, A. (1967). *The discovery of the grounded theory: Strategies for qualitative research*. Chicago: Aldine.

Goguen, J. (1986). Reusing and interconnecting software components. *IEEE Computer*, February 1986, pp 16-28.

Graumann, C.F. (1965). Denken als Gegenstand der Psychologie. In: C.F. Graumann (Hrsg.), *Denken* (S. 23-43). Köln: Kiepenheuer & Witsch.

Groeben, N. & Scheele, B. (1977). *Argumente für eine Psychologie des reflexiven Subjekts*. Darmstadt: Steinkopff.

Groeben, N. (1986). *Handeln, Tun, Behalten als Einheit einer verstehend- erklärenden Psychologie*. Tübingen

Hacker, W. & Matern, B. (1980). Methoden zum Ermitteln tätigkeitsregulierender kognitiver Prozesse und Repräsentationen bei industriellen Arbeitstätigkeiten. In W. Volpert (Hrsg.), *Beiträge zur psychologischen Handlungstheorie* (S. 29-49). Schriften zur Arbeitspsychologie, Band 28. Bern: Huber.

Hacker, W. (1986). *Allgemeine Arbeitspsychologie*. Bern: Huber.

Hacker, W. (1998). *Allgemeine Arbeitspsychologie: psychische Regulation von Arbeitstätigkeit*. 1. Aufl. Bern: Huber.

Hacker, W., Großmann, N. & Teske-El Kodwa, S. (1991). Knowledge elicitation: A comparison of models and methods. In H.-J. Bullinger (ed.), *Human aspects in computing* (pp. 861-865). Amsterdam: Elsevier.

Hacker, W., Iwanowa, A. & Richter, P. (1983). *Tätigkeits- Bewertungssystem (Handanweisung)*. Berlin: Druckhaus Karl-Marx-Stadt.

Hackman J.R. & Oldham, G.R. (1975). Development of the Job Diagnostic Survey. *Journal of Applied Psychology* 60, pp. 159-170.

Hamborg, K.-C. & Schweppenhäußer, A. (1991). Expertise: Arbeits- und Softwaregestaltung. *Manuskripte, Nr. 64*. Hans- Böckler- Stiftung

Hartman, M., Jewell, F.W., Scott, C. & Thornton, D. (1984). *Taking an object-oriented methodology into the real world*. Addendum to the Proceedings OOPSLA 94, pp. 25-30.

Heidenreich, K. (1984). Entwicklung von Skalen. In E. Roth (Hrsg.), *Sozialwissenschaftliche Methoden* (S. 417-449). München: Oldenbourg.

Heilig, M. (1996). *Vergleich von Instrumenten zur Abbildung von Handlungswissen in Informatik und Psychologie. Validierungsstudie der Verfahren MIKE und IVA am Beispiel der Einführung von Schichtarbeit*. Mannheim: Unveröffentlichte Diplomarbeit.

Henderson- Sellers, B. & Edwards, J. (1990). The Object-Oriented Systems Life Circle. *Communications of the ACM* vol. 33, no. 9, pp. 142-159.

Holbrook, H. (1990). A Scenario-Based Methodology for Conducting Requirements Elicitations. *Software Engineering Notes*, vol. 15, no. 1, pp. 55-104.

- Hübner, P. (1980). *Einführung in die Methodenlehre der Psychologie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.
- Hussy, W. (1984). *Denkpsychologie. Ein Lehrbuch*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Ilg, R. (1993 a). Benutzungsschnittstellen in der Normung. In: J. Ziegler & R. Ilg: *Benutzergerechte Softwaregestaltung*. München: R. Oldenbourg Verlag.
- Ilg, R. (1993 b). Styleguides. In: J. Ziegler & R. Ilg: *Benutzergerechte Softwaregestaltung*. München: R. Oldenbourg Verlag.
- Illich, I. (1973). *Tools for conviviality*. New York: Harper & Row.
- Incorvaia, A., Davis, A. & Fairley, R. (1990). *Case Studies in Software Reuse*. In IEEE COMPSAC 1990, Washington, DC. (pp. 301-306). New York: IEEE Computer Society Press.
- ISO Online, <http://www.iso.ch/>
- Jacobson, I., Christerson, M.; Jonsson, P. & Övergaard, G. (1992). *Object-Oriented Software Engineering*. Workingham: Addison Wesley.
- Jeng, J.-J. & Cheng, B. (1995). *Specification Matching for Software Reuse: A Foundation*. Proceedings of Symposium on Software Reusability (SSR '95), April 28-30. (pp. 97-105). New York: ACM Sigsoft Press.
- Jiashong, Z & Zhijian, W. (1996). NDHORM: An Approach to Requirements Modelling. *Software Engineering Notes*, vol. 21, no. 5, pp. 65-69.
- Kasper, E. & Kasper, R. (1989). *Objektorientiertes Programmieren in SMALLTALK*. Würzburg: Vogel Buchverlag.
- Kauba, E. (1996). *Wiederverwendung als Gesamtkonzept - Organisation, Methoden, Werkzeuge*. OBJEKTSpektrum, Nr. 1. Nachdruck: Siemens AG.
- Kay, A.C. (1993). The Early History of Smalltalk. *ACM SIGPLAN Notices*, vol. 28, no. 3.
- Keil-Slawik, R. (1984). *Aufgabenbezogene, dialogorientierte Softwareentwicklung*. Referat zum 5. Fachgespräche "Anforderungsgerechte Softwareentwicklung" der Fachgruppe Software Engineering der GI, 15.-16. November 1984, Technische Universität Berlin.
- Kilov, H. & Harvey, B. (1994). *Precise Behavioural Specifications In OO Information Modelling*. Addendum to the Proceedings OOPSLA'94, pp. 137-142.

- Kirk, J. & Miller, M.L. (1986). *Reliability and validity in qualitative research*. Sage university paper series on qualitative research methods, vol. 1 Beverly Hills, Cal.: Sage.
- Koslowski, K. (1988). *Partizipative Systementwicklung und Software Engineering*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Krueger, C. W. (1992). Software reuse. *ACM Computing Surveys*. vol. 24, no. 6, pp. 131-183.
- Küffmann, K. (1994). *Software- Wiederverwendung: Konzeption einer domänenorientierten Architektur*. Braunschweig, Wiesbaden: Friedrich Vieweg & Sohn.
- Kvale , S. (1988). Validity in the qualitative research interview. In A. de Koning (Ed.), *Research methodology in psychology: The qualitative perspective*. Pittsburg: Duquesne University Press.
- Lefrancois, G.R. (1986). *Psychologie des Lernens*. 2. übers. u. erg. Aufl.. Berlin: Springer.
- Leitner, K., Lüders, E., Greiner, B., Ducki, A., Niedermeier, R. & Volpert, W. (1993). *Analyse psychischer Anforderungen und Belastungen in der Büroarbeit. Das RHIA/VERA- Büro-Verfahren*. Göttingen: Hofgreffe Verlag für Psychologie.
- Lieberherr, K.J. & Xiao, C. (1993). Object- Oriented Software Evolution. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol.19, no. 4.
- Lienert, G.A. (1969). *Testaufbau und Testanalyse (2. Aufl.)*. Weinheim: Beltz.
- Lim, W. C. (1994). Effects of Reuse on Quality, Productivity and Economics. *IEEE Software*, vol. 11 (September), 23-30.
- Liu, C., Goetze, S. & Glynn, B. (1992). *What contributes to successful object-oriented learning?* OOPSLA' 92. Vancouver, Canada, pp. 77-86.
- Loy, P. (1993). The Method Won't Save You (but it can help). *Software Engineering Notes*, vol. 18, no.1, pp. 30-34.
- Mambrey, P., Oppermann, R. & Tepper, A. (1986) *Computer und Partizipation*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Mangold-Allwinn, R., Antoni, C. u. Eisenecker, U. (1995). Erhebung von Aufgabenmodellen als Beitrag zur Softwaregestaltung. In W. Dzida & U. Konradt (Hrsg.), *Psychologie des Software-Entwurfs*. Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie.

Mangold-Allwinn, R., Antoni, C., König, D. & Eisenecker, U. (1993). *Ein wissensdiagnostisches Verfahren zur Erhebung von Aufgabenmodellen*. Vortrag auf dem Workshop "Psychologie des Softwareentwurfs" der GMD, 14. bis 15. Mai 1993 in Bad Neuenahr.

Mayring, P. (1993). *Einführung in die qualitative Sozialforschung*. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.

McCarthy, J. 1956. The Inversion of Functions Defined by Turing Machines. In D. E. Shannon & J. McCarthy (eds.), *Automata Studies*. *Annals of Mathematical Studies* 34, pp. 177-181.

McIlroy, M. D. (1968). Mass Produced Software-Components. In J. Buxton, P. Nauer & B. Randell (Eds.), *Software Engineering - Concepts and Techniques, Proceedings of the 1968 NATO Conference on Software Engineering, Garmisch* (pp. 88-98).

Meyer, B. (1987). Reusability: The Case for Object-Oriented Design. *IEEE Software*, vol. 4 (November), 50-64.

Meyer, B. (1988). *Object Oriented Software Construction*, Prentice Hall International.

Meyer, B. (1989). From Structured Programming to Object-Oriented Design: The Road to Eiffel. *Structured Programming*, vol. 10, no. 1, pp 19-39.

Meyer, B. (1990). *Objektorientierte Softwareentwicklung*. München, Wien, London: Carl Hanser, Prentice Hall.

Michaels, S. E. (1971). QUERTY versus Alphabetic Keyboard for operators of various skills. *Human Factors* vol. 13, no. 5, pp. 419-426.

Mikula, G. (1987). Reliabilität. In W. Arnold, H.J. Eysenck & R. Meili (Hrsg.), *Lexikon der Psychologie*. 3. überarbeitete Auflage. Freiburg; Basel; Wien: Herder.

Mili, H., Mili, F. & Mili, A. (1995). Reusing Software: Issues and Research Directions. *IEEE Transactions on Software Engineering*, vol. 21, no. 6, pp. 528-562.

Miller, G.A., Galanter, E. & Pribram, K.H. (1960). *Plans and the structure of behaviour*. New York: Holt, Reinhart & Winston.

Monarchi, D.E. & Puhr, G.I. (1992). A Research Typology for Object Oriented Analysis and Design. *Communications of the ACM*, vol. 35, No.9, pp 35-47.

- Morgenbros, H. (1985). *Requirements Engineering in großen Projekten*. Übersichtsbeitrag zum Fachgespräch „Requirements Engineering und Projektmanagement“. GI85, S. 3-14.
- Naur, P. (1969). Software Engineering. In P. Naur & B. Randell (Eds.), *Software Engineering. Report on a Conference, Garmisch, 1968*. Brüssel: NATO Scientific Affairs Division.
- Negroponte, N. (1995). *Total Digital*. München: Goldmann Verlag.
- Neubert, S. (1994). *Modellkonstruktion in MIKE (Modellbasiertes und Inkrementelles Knowledge Engineering). Methoden und Werkzeuge*. Sankt Augustin: Infix.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Niskier, C., Maibaum, T. & Schwabe, D. (1989). *A Look Through PRISMA: Towards Pluralistic Knowledge- Based Environments*. Proceedings of the 5th International Workshop on Software Specifications & Design.
- Norman D. A. (1986). Cognitive Engineering. In: D. A. Norman, & S. D. Draper (Eds.): *User Centered System Design. New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Lawtrence Erlbaum Associates, Publishers: Hillsdale N.J.; London.
- Norman, D. A. (1983). Some Observations on mental Models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 7-14). Hillsdale, NJ: Larwrence Erlbaum Associates.
- Nygaard, K. & Dahl, O.-J. (1981). *The Development of the Simula Language*. In: History of Programming Languages. New York: ACM/Academic Press.
- Oevermann, U., Allert, T., Kronau, E. & Krambeck, J. (1979). Die Methodologie einer „objektiven Hermeneutik“ und ihre allgemein forschungslogische Bedeutung in den Sozialwissenschaften. In H.-G. Soeffner (Hrsg.), *Interpretative Verfahren in den Sozial- und Textwissenschaften* (S. 352-434). Stuttgart: Metzler.
- Österle, H. (1982). Zum Entity- Relationship- Ansatz im Requirements Engineering. *Ange wandte Informatik, Vol. 8*, S. 413-420.
- Oswald, M. & Gadenne, V. (1984). Wissen, Können und künstliche Intelligenz. *Sprache und Kognition, Vol. 8/84*, S. 173-184.
- Pagé, P. (1996). *Objektorientierte Software in der kommerziellen Anwendung*. Berlin, Heidelberg: Springer.

- Partsch, H. (1991) *Requirements Engineering*. München: Oldenbourg.
- Pomberger, G. & Blaschek, G. (1996). *Software- Engineering: Prototyping und objektorientierte Softwareentwicklung* (2. Aufl.). München: Hanser.
- Popp, K. M. (1994). *Spezifikation der Fachlichen Klassen- Beziehungs- Struktur objektorientierter Anwendungssysteme auf der Grundlage von Modellen der betrieblichen Diskurswelt*. Inaugural- Dissertation: Bamberg.
- Popper, K. (1966). *Die Logik der Forschung*. Tübingen: J.C.B. Mohr.
- Potosnak, K. (1990). Pruning your programs unused functions. *IEEE Software*, Januar 1990, pp. 122-124.
- Prieto-Diaz, R. (1993). Status Report: Software Reusability. *IEEE Software*, vol. 10 (May), pp. 61-66.
- Puppe, F. (1990). *Problemlösungsmethoden in Expertensystemen*. Heidelberg: Springer.
- Raccoon, L.B. (1995). The Complexity Gap. *Software Engineering Notes*, vol. 20, No. 3, pp. 37-43.
- Rahmstorf, G. (1988) Orientierung zur Wissensrepräsentation. In: G. Rahmstorf (Hrsg.) *Wissensrepräsentation in Expertensystemen: Workshop, Herrenberg März 1987; Proceedings* (S. 1-135). Heidelberg: Springer.
- Rautenberg, M. (1990). *Promotionsskizze*. Zürich: Institut für Arbeitspsychologie der ETH.
- Rautenberger, M., Spinas, P. Strohm, O. Ulich, E. & Waeber, D. (1994). *Benutzerorientierte Software- Entwicklung*. Stuttgart: B.G. Teubner.
- Resch, D. (1996). *Die Integration arbeitspsychologischer Maßnahmen in die Software- Entwicklung: Untersuchung der Möglichkeiten und Grenzen anhand eines Fallbeispiels*. Mannheim: Unveröffentlichte Diplomarbeit.
- Rheinberg, F. & Elke, G. (1979). Wie naiv ist die 'naive Psychologie' von Lehrern? In L. Ekenberger (Hrsg.), *Ber. 31. Kongreß der DGfPs Mannheim 1978* (S. 45-48). Göttingen.
- Rödiger, K.-H. (1988). Gestaltungspotential und Optionscharakter. In F. Rauner (Hrsg.), „*Gestalten*“- eine neue gesellschaftliche Praxis (S. 71-81). Bonn: Neue Gesellschaft.

- Rogers, C. (1972). *Die klientenzentrierte Gesprächspsychotherapie*. München: Kindler Verlag.
- Rosenstiel, L.v. (1989). Innovation und Veränderung in Organisationen. In E. Roth (Hrsg.): *Organisationspsychologie. Enzyklopädie der Psychologie, D-III-3*. Göttingen: Hofgreffe. S. 652-685.
- Rosson, M.B. & Gold, A. (1989). *Problem-solution mapping in object-oriented design*. Proceedings of the OOPSALA '89. ACM, New York, pp. 7-10.
- Rudolph, E., Schönfelder, E. & Hacker, W. (1987). *Tätigkeitsbewertungssystem für geistige Arbeit mit/ohne Rechnerunterstützung (TBS-GA)*. Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum an der Humboldt- Universität.
- Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W. Eddy, F. & Lorenson, W. (1993). *Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen*. München: Hanser.
- Sadler, C. & Kitchenham, B. (1996). Evaluating Software Engineering Methods and Tools: Part 4: The influence of human factors. *Software Engineering Notes*, vol. 21, No. 5, pp. 11-13.
- Saiedian, H. (1996). An Invitation to Formal Methods. *IEEE Computer*, pp.16-30.
- Savolainen, R. (1993). The Sense- Making Theory: Reviewing the Interests of a User- Centered Approach to Information Seeking and Use. *Information Processing & Management*, vol. 29, No. 1, pp. 13-28.
- Schader, M. & Rundshagen, M. (1996). *Objektorientierte Systemanalyse: eine Einführung* (2. Auflage). Heidelberg: Springer.
- Scheele, B. (1991). Dialogische Hermeneutik. In: U. Flick, E. v. Kardorff, H. Keupp, L.v. Rosenstiel & S. Wolff (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Sozialforschung*. München Psychologie-Verl.-Union.
- Scheele, B. (1992). *Struktur- Lege- Verfahren als Dialog- Konsens- Methodik*. Münster: Aschendorff Verlag.
- Scheele, B. & Groeben, N. (1988). *Dialog- Konsens- Methoden zur Rekonstruktion Subjektiver Theorien*. Tübingen: A. Francke Verlag GmbH.
- Scheer, A.-W. (1998). *ARIS - Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen*. 3., völlig Neubearb. und erw. Aufl. Berlin ; Heidelberg: Springer, 1998.

- Schneider, E. (1994). *Der Prozeß der Wissensakquisition und seine Integration in den Expertensystem- Entwicklungsprozeß*. (Reihe: Wirtschaftsinformatik, Bd. 12). Köln: Verlag Josef Eul.
- Schneider, H.J. (1986). Formale Gestaltungsaspekte in der Systementwicklung . *Handbuch der Modernen Datenverarbeitung, Heft 130*, S. 3-17.
- Schnell, R., Hill, P., Esser, E. (1992). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München; Wien: Oldenbourg Verlag.
- Schüpach, H. (1990). Menschliche Regulation und/oder technische Regelung - Prozeßlenkung in rechnergestützten Fertigungssystemen. In F. Frei & I. Udriş (Hrsg.), *Das Bild der Arbeit* (S. 172-189). Bern: Huber.
- Sharble, R.C. & Cohen, S.S. (1993). The Object- Oriented Brewery: A Comparison of Two Object- Oriented Development Methods. *Software Engineering Notes, vol. 18, No. 2*, pp. 61-76.
- Shlear, S. & Mallor, S.J. (1988). *Object- Oriented System Analysis: Modelling the World in Data*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Shneiderman, B. (1987). *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. New York: Addison-Wesley.
- Spöhring, W. (1989). *Qualitative Sozialforschung*. Stuttgart: B.G. Teubner.
- Stahlknecht, P. (1995). *Einführung in die Wirtschaftsinformatik* (7. Auflage). Heidelberg: Springer.
- Stefik, M. & Bobrow, D. (1986). Object-Oriented Programming: Themes and Variations, *AI Magazine, vol. 6, No. 4*, p. 41.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1996). *Grounded Theory: Grundlagen qualitativer Sozialforschung*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Strohm, O. & Ulich, E. (1997). Unternehmen arbeitspsychologisch bewerten: ein Mehr- Ebenen- Ansatz unter besonderer Berücksichtigung von Mensch, Technik, Organisation. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft Vol. 51*, S. 11-19.
- Strohschneider, S. (1990). *Wissenserwerb und Handlungsregulation*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag.

- Sudman, S.; Bradburn, N.M. & Schwarz, N. (1996). *Thinking About Answers. The Application of Cognitive Processes to Survey Methodology*. San Francisco: Jorssey-Bass.
- Suhr, R. (1993). *Software Engineering: Technik und Methodik*. München, Wien: R. Oldenbourg Verlag.
- System Concepts Ltd. (1998). When GUI fail. [WWW document]. URL <http://www.system-concepts.com/articles/gui.html>
- Taylor, F.W. (1911). *The Principles of Scientific Management*. New York: Harper & Row.
- Tergan, S.O. (1986). *Modelle der Wissensrepräsentation als Grundlage qualitativer Wissensdiagnostik*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Terhart, E. (1981). Intuition- Interpretation- Argumentation. *Zeitschrift für Pädagogik, Nr. 27*, S. 769-793.
- Thomas, M. P. (1972). *Human Coding Performance: A review*. University of Loughborough. LUTERG 66.
- Thong, J.Y. & Yap, C.S. (1996). Information systems effectiveness: a user Satisfaction approach. *Information Processing & Management, vol. 32, No. 5*, pp. 601-610.
- Tracz, W. (1988). Software Reuse Myths. *Software Engineering Notes, vol. 13, No. 1*, pp. 17-21.
- Tracz, W. (1994). Software reuse myths revisited. In *Proc. of the 16th International Conference on Software Engineering (ICSE 16), Sorrento, Italy, May 16-21* (pp. 271-272).
- Tracz, W. (1995). *Confessions of a used program salesman: Institutionalizing software reuse*. Reading, Mass.: Addison-Wesley.
- Trost, A. (1999). *Messung und Analyse lateraler Kooperation bei Mitarbeiterbefragungen*. Inaugural- Dissertation am Lehrstuhl Psychologie I Universität Mannheim, Prof. Bungard. Im Druck.
- Twehues, C. (1994). *Die objektorientierte Softwareentwicklung und ihr Einfluß auf das Projektmanagement*. Mannheim: Diplomarbeit am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik II, Prof. Schader.

- Udris , I. & Alioth, A. (1980). Fragebogen zur „subjektiven Arbeitsanalyse“ (SAA). In E. Martin, I. Udris, U. Ackermann & K. Ögerli: *Monotonie in der Industrie* (S. 61-68 und 204-207). Schriften zur Arbeitspsychologie (Hrsg. E. Ulich), Band 31. Bern: Huber
- Ulich, E. (1994). *Arbeitspsychologie* (3. Aufl.) Stuttgart: Schäffler Poeschel.
- Ulich, E., Troy, N. & Alioth, A. (1989). Technologie und Organisation. In: E. Roth (Hrsg.). *Enzyklopädie der Psychologie B III/3. Organisationspsychologie*. Göttingen: Hofgrete.
- Vessey, I. & Conger, S. (1993). Learning to specify information requirements: the relationship between application and methodology. *Journal of Management Information Systems*, vol. 10, pp. 177-201.
- Vessey, I. & Conger, S. (1994). Requirements specification: learning object, process, and data methodologies. *Communications of the ACM*, vol. 37, pp. 102-113.
- Vessey, I. (1991). Cognitive fit: a theory-based analysis of the graphs versus tables literature. *Decision Science*, vol. 22, pp. 219-240.
- Wentzel, K. (1994). Software Reuse - Facts and Myths. In *Proceedings of the 16th Annual International Conference on Software Engineering, Mai 1994*.
- Whitehead, K. (1995). Benutzerorientierte Entwicklung objektorientierter Anwendungen. *OBJEKTSpektrum* 5/95, S. 76-78.
- Whiteside, J., Bennett, J. & Holtzblatt, K. (1988). Usability Engineering: Our Experience and Evolution. In: M. Helander (Ed.), *Handbook of Human-Computer Interaction*. North-Holland: Elsevier Science Publishers B. V.
- Whittle, B. (1995). Models and Languages for Component Description and Reuse. *Software Engineering Notes*. vol. 20, No. 2.
- Wienlinga, B.J.; Schreiber, A.T. & Breuger, J.A. (1992). KADS: A modelling approach to knowledge engineering. *Knowledge Acquisition*, vol. 4, No. 1, pp.5-52.
- Wing, J.M., (1990). A Specifier's Introduction to Formal Methods. *IEEE Computer*, vol. 23, pp. 8-24.
- Woods, W. (1993). The Jobs Americans Hold. *Fortune*, vol. 128, No.1, pp. 54-55.

Yadav, S.B., Bravocco, R.R., Chatfield, A.T. & Rajkumat, T.M. (1988). Comparison of analysis techniques for information requirement determination. *Communications of the AMC*, vol. 31, pp. 1090-1097.

Zendler, A. (1995). Konzepte, Erfahrungen und Werkzeuge zur Software- Wiederverwendung. In R. Hagenmüller & H. Schwärtzel (Hrsg.), *FAST, Forschungsinstitut für Angewandte Software-Technologie: Reihe Softwaretechnik* (Bd. 1). Marburg: Tectum-Verlag.

Anhang I: IVA

**Universität Mannheim
Lehrstuhl Psychologie I
Universität Saarbrücken
AE Organisations- und Medienpsychologie**

IVA

Instrument

zur Vorgangsanalyse

M. Cierjacks, C. Antoni, D. Resch & R. Mangold

**Universität Mannheim
Lehrstuhl Psychologie I
Universität Saarbrücken
AE Organisations- und Medienpsychologie**

IVA

Instrument

zur Vorgangsanalyse

Erhebung des Vorgangmodells

M. Cierjacks, C. Antoni, D. Resch & R. Mangold

Erhebung des Vorgangsmodells

1. Begrüßung/Einleitung

Guten Tag, mein Name ist.....

Das Ziel dieser Befragung besteht darin, den Arbeitsablauf aus Ihrer Sicht zu beschreiben. Am Ende unserer Gespräche wird ein Modell in Form eines großen Plans Ihrer Tätigkeit entstanden sein. Auf Ihre Mitarbeit wird es dabei aus zwei Gründen besonders ankommen: Zum einen sind Sie der Spezialist für Ihre Arbeitssituation und wissen deshalb am besten, wie Ihre Aufgabe aussieht. Zum anderen ist es für diese Untersuchung wichtig, daß alle Aspekte ihres Arbeitsablaufs in Ihr Vorgangsmodell eingehen.

Konkret dient Ihr Modell zur.....

Wir wollen Sie im Laufe der Untersuchung zweimal befragen.

Heute werden wir zusammen ein Modell Ihrer Aufgabe erarbeiten und Ihre Sicht auf die umliegenden Arbeitsbereiche erfragen. Dafür benötigen wir etwa eine bis eineinhalb Stunden. Bei unserem nächsten Termin werden Sie dieses Modell nochmals auf seine Richtigkeit und Vollständigkeit überprüfen. Dabei interessiert uns Ihre Meinung zu Ihrer Arbeit und den Verbesserungsmöglichkeiten. Dieser Termin wird einer weitere Stunde in Anspruch nehmen.

Diese Befragung ist mit dem Management und dem Betriebsrat abgesprochen. Ihre Angaben werden anonym und vertraulich behandelt.

Über die Ergebnisse der Untersuchung werden Sie zu einem späteren Zeitpunkt informiert.

Haben Sie hierzu noch Fragen, Anmerkungen?

Erhebung des Vorgangsmodells

2. Erläuterung des Ablaufs/der Strukturlegetechnik

Im Laufe dieses Interviews möchte ich mir ein Bild von Ihrer Aufgabe machen können. Dazu bedienen wir uns der sog. Strukturlegetechnik. Arbeitsaufgaben bestehen aus verschiedenartigen Elementen. Diese stellen wir mittels verschiedener Karten dar, die wir gemeinsam beschriften. Der Vorteil der Karten ist, daß diese zu einem späteren Zeitpunkt noch verschoben oder kombiniert werden können. So erarbeiten wir zusammen Stück für Stück einen Plan Ihrer Aufgabe.

Ich werde Ihnen nun die verschiedenen Karten erläutern. Sie brauchen sich diese nicht alle auf einmal zu merken, da wir im Interview eine feste Reihenfolge einhalten werden, nach der Sie sich richten können.

Erläuterung der Karten: *(Gleichzeitig vorlegen mit entsprechender Karte)*



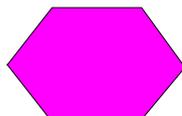
blaue Rechtecke: Gegenstände, an denen Sie arbeiten



grüne Rechtecke: Arbeitsschritte



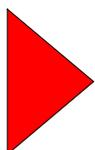
blaue markierte Rechtecke: Werkzeuge, die nötig sind, um Arbeitsschritte durchzuführen



lila Sechsecke: Vorbedingungen, die erfüllt sein müssen, damit Sie bestimmte Arbeitsschritte ausführen können



weiße kleine Rechtecke: Eigenschaften, die Gegenstände oder Werkzeuge näher beschreiben



rote Dreiecke: Verzweigungen oder Zusammenführung des Ablaufs



weiße Rechtecke von Teilaufgaben etc. Überschriften, dienen zum Bezeichnen

Das Aneinanderlegen der verschiedenen Karten sorgt dafür, daß die Aufgabendurchführung als eine Abfolge von Arbeitsschritten erkennbar wird

Erhebung des Vorgangsmodells

3. Erhebung des Aufgabenmodells

- Jetzt werden wir mit dem Erstellen Ihres Aufgabenmodells beginnen. Bitte nehmen Sie einen Stift zur Hand, da Sie die Karten beschriften und legen werden.

- **Abstecken der Aufgabe**

- z.B.: Aus welchen Teilen besteht Ihre Tätigkeit?

- z.B.: Welche Arbeit verrichten Sie?

- **Festlegen von Zusatzaufgaben**

- z.B.: Gibt es noch andere Aufgaben, die zu Ihrem Arbeitsplatz gehören?

(Der Zyklus der Schritte von der Ausgangslage bis zu den Zwischenergebnissen kann statt vollständig durchgeführt zu werden jeweils für die Teilaufgaben durchlaufen werden.)

- **Ausgangslage**

- z.B.: Womit beginnen Sie?

- **Endzustand**

- z.B.: Was ist das Ziel Ihrer Arbeit?

- **Arbeitsschritte**

- z.B.: Was machen Sie als erstes, nächstes etc.?

- **Vorbedingungen**

- z.B.: Welche Bedingungen müssen herrschen, damit Sie das ausführen können?

- **Zwischenergebnisse**

- z.B.: Wie heißt das Ergebnis dieses Arbeitsschritts?

- Eigenschaften?

- **Werkzeuge**

- z.B.: Welches Werkzeug benutzen Sie dafür?/Welche Funktion haben die Werkzeuge?

- Eigenschaften?

- Sind Sie so mit dem Ablauf zufrieden?/Was wollen Sie an diesem Modell noch ändern?/Stellt das Modell Ihre Tätigkeit für Sie richtig dar?

Erhebung des Vorgangsmodells

4. *Einbettung in das Vorgangsmodell*

- Im zweiten Teil der Befragung ist es für uns wichtig, etwas über Ihre Sicht des betrieblichen Vorgang zu erfahren, in den Ihre Aufgabe eingebunden ist.

- **Durchlaufmodell des Produkts/der Dienstleistung?**

z.B.: Was passiert mit dem Produkt/ der Dienstleistung vor und nach Ihrer Aufgabe?

Welche Verrichtungen werden dort durchgeführt?

Wieviele Leute arbeiten am Produkt und wie sieht deren Aufgabe aus?

- **indirekte Bereiche**

z.B.: Gibt es andere Abteilungen, von denen Sie Dienstleistungen erhalten, die helfen, das Produkt zu erstellen?

Welche Leistungen sind das und wie sehen sie aus?

- **Zusammenarbeit**

z.B.: Wo arbeiten Sie mit anderen zusammen?

Wo brauchen Sie Unterstützung?

Wo dient Ihre Tätigkeit der Unterstützung anderer?

Wo arbeiten Sie mit Mitarbeitern anderer Abteilungen zusammen?

- **Informationen**

z.B.: Welche Informationen sind für diesen Arbeitsschritt wichtig?

Wo kommt diese Information her?

Auf welche Art werden Ihnen diese Informationen mitgeteilt? (*Informationsmedien*)

Wem geben Sie Informationen weiter?

- Sind Sie so mit dem Ablauf zufrieden? / Was wollen Sie an diesem Modell noch ändern?
Stellt das Modell die Einbettung Ihrer Aufgabe in den Vorgang für Sie richtig dar?

- Jetzt möchte ich mit Ihnen noch einen **Termin** für die Überprüfung des Modells festlegen

Vielen Dank für Ihre Hilfe und Mitarbeit an diesem Modell, auf Wiedersehen am:

(Termin der Überprüfung)

**Universität Mannheim
Lehrstuhl Psychologie I
Universität Saarbrücken
AE Organisations- und Medienpsychologie**

IVA

Instrument

zur Vorgangsanalyse

Vervollständigung des Vorgangmodells

M. Cierjacks, C. Antoni, D. Resch & R. Mangold

Erhebung zur Vervollständigung des Vorgangsmodells

1. Begrüßung/Erläuterung des Ablaufs

Guten Tag, vor einiger Zeit standen Sie mir schon einmal zu einer Befragung zur Verfügung. Wir haben damals gemeinsam ein Modell Ihrer Arbeitsaufgabe entwickelt, indem wir Karten mit unterschiedlicher Bedeutung aneinandergelegt haben. Zur Erinnerung, Ihre Angaben werden anonym und vertraulich behandelt. Soll ich die Bedeutung der Karten noch einmal kurz erläutern?

Erläuterung der Karten: *(Gleichzeitig vorlegen mit entsprechender Karte)*



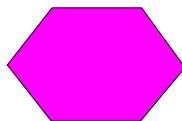
blaue Rechtecke: Gegenstände, an denen Sie arbeiten



grüne Rechtecke: Arbeitsschritte



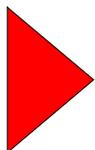
blaue markierte Rechtecke: Werkzeuge, die nötig sind, um Arbeitsschritte durchzuführen



lila Sechsecke: Vorbedingungen, die erfüllt sein müssen, damit Sie bestimmte Arbeitsschritte ausführen können



weiße kleine Rechtecke: Eigenschaften, die Gegenstände oder Werkzeuge näher beschreiben



rote Dreiecke: Verzweigungen oder Zusammenführung des Ablaufs



weiße Rechtecke von Teilaufgaben etc. Überschriften, dienen zum Bezeichnen

Das Aneinanderlegen der verschiedenen Karten sorgt dafür, daß die Aufgabendurchführung als eine Abfolge von Arbeitsschritten erkennbar wird

Wir werden innerhalb dieser Sitzung das Modell Ihrer Aufgabe gemeinsam überprüfen und anhand einer Checkliste eventuelle Unstimmigkeiten bereinigen oder Unvollständigkeiten ergänzen. Das Ziel dieser Sitzung ist, die bestmögliche Abbildung Ihrer Vorstellungen der Aufgabe zu erstellen. Achten Sie bitte darauf, sich mit jedem Teil des Modells erst zufrieden zu geben, wenn sie Ihren Ansichten genügt.

Haben Sie noch Fragen?

Erhebung zur Vervollständigung des Vorgangsmodells

2. *Überprüfung des Aufgabenmodells*

- Jetzt werden wir mit der Überprüfung Ihres Aufgabenmodells beginnen. Bitte nehmen Sie einen Stift zur Hand, da Sie die Karten beschriften und legen werden.

- **Verständnisfragen des Interviewers**

- Hat sich in der Zwischenzeit aus Ihren Erfahrungen der Wunsch ergeben, etwas an diesem Modell zu verändern?

- **Teilaufgaben** vollständig?

- **Ausgangssituation** vollständig?

- **Zielsituation** vollständig

- **Arbeitsschritte** vollständig?

- Alternativen?

- Störungen?

- **Vorbedingungen** vollständig?

- **Zwischenergebnisse** vollständig?

- Merkmale vollständig?

- **Werkzeuge** vollständig?

- Alternativen?

- Merkmale vollständig?

- **Alternativen der Bearbeitung der Aufgabe?**

- Bildet das Modell so alle Ihre Aufgabe vollständig ab?/Sind Sie zufrieden mit dem Modell?/Haben Sie noch Änderungswünsche oder Ergänzungsvorschläge an das Modell?

Erhebung zur Vervollständigung des Vorgangsmodells

3. *Überprüfung der Einbettung in das Vorgangsmodell*

- Im zweiten Teil der Befragung überprüfen Sie das Modell Ihrer Sicht des betrieblichen Vorgangs, in den Ihre Aufgabe eingebunden ist.

- **Verständnisfragen des Interviewers**

- Hat sich in der Zwischenzeit aus Ihren Erfahrungen der Wunsch ergeben, etwas an diesem Modell zu verändern?

- **Durchlaufmodell des Produkts/der Dienstleistung** vollständig?

- alternative Durchläufe?
- Wünsche/Verbesserungsvorschläge
- Welche Störungen treten auf?

- **Hierarchische/Sequentielle Vollständigkeit?**

Welche Teiltätigkeiten erfordern Vergegenwärtigen, Planen, Problemlösen?

Gibt es Teiltätigkeiten des Planens, Ausführens, Kontrollierens?

Wenn keine Vollständigkeit: Alternativen um Vollständigkeit zu erreichen?

- **Informationen** vollständig?

- Wünsche/Verbesserungsvorschläge
- Welche Störungen treten auf?

- **Zusammenarbeit** vollständig?

- Wünsche/Verbesserungsvorschläge
- Welche Störungen treten auf?

- Sind Sie so mit dem Modell zufrieden?/Was wollen Sie an diesem Modell noch ändern?/Stellt das Modell die Einbettung Ihrer Aufgabe in den Vorgang für Sie richtig dar?

Wir möchten uns bei Ihnen für Ihre Mitarbeit an diesem Modell bedanken!

Anhang II: Validierungsinstrumente

Fragebogen zur Zufriedenheit mit dem Modellierungsverfahren

	Stimmt nicht	stimmt eher nicht	teils- teils	stimmt eher	stimmt
Die Art und Weise der Abbildung der Aufgabe ist angemessen.					
Die Art und Weise der Aufgabenabbildung ist nützlich.					
Die Abbildungsmethode war effizient.					
Ich glaube, ich habe die Aufgabe zutreffend abgebildet.					
Ich glaube, ich habe die Aufgabe vollständig abgebildet.					
Meine Darstellung der Aufgabe wird mit der anderer Versuchspersonen übereinstimmen.					
Die Aufgabe ist mir nun klarer als vor der Beschreibung.					
Ich erkenne die Struktur, die sich hinter der Aufgabe verbirgt.					
Ich habe die Aufgabe verstanden.					
Ich kann die Aufgabe nun anderen erläutern.					
Ich könnte die Aufgabe nun selbst einmal ausprobieren.					
Das Beschreiben der Aufgabe hat mir geholfen, die Aufgabe zu verstehen.					

FB-Nr.:**Auswertbogen IVA**

Anzahl der Kärtchen	
Anzahl der Kartenarten	
Anzahl Verzweigungen	
Anzahl: Falsche Karte genommen	

Auswertbogen Allgemein (IVA und Interview)

Form (1 – 4 – 5)	
Form (Zyklus/kein Zyklus)	
Form (Verzweigungen/Vorbedingungen/Beides)	
Form (Strukturierung mit Überschriften)	

Anhang III: Tabellen

	Mittelwert und Anzahl Experimentalgruppe	Mittelwert und Anzahl Kontrollgruppe	Z-Wert	p
Selbst bei Entscheidungen, die direkt die Interessen der Mitarbeiter betreffen, werden diese vorher nicht nach ihrer Meinung gefragt.	0,88 (n = 8)	- 0,15 (n = 100)	- 2,17	0,03*
Man kooperiert, um neue Ideen entwickeln und einführen zu können.	0,43 (n = 7)	- 0,11 (n = 104)	- 0,93	0,35
Unkonventionelle Ideen werden begrüßt, auch wenn sie sich nicht immer umsetzen lassen.	0,00 (n = 7)	- 0,10 (n = 106)	- 0,07	0,94
Wie zufrieden sind Sie mit Ihren Mitsprachemöglichkeiten?	- 0,40 (n = 10)	- 0,09 (n = 108)	- 0,98	0,33

Tabelle 9: Mittelwerte und Unterschiede der Gruppen Logistik und Rest in den Items zur Einbindung der Mitarbeiter (n: Anzahl der Stichprobe).

	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Mittelwert (MW)	Standardabweichung (SD)	F	Signifikanz
Anzahl der verwendeten Karten	p=0,978	42,02	20,505	1,798	P=0,196
Anzahl der genutzten Elemente	p=0,194	5,95	1,050	6,496	p=0,008**
Anzahl der Verzweigungen	p=0,400	7,34	3,705	0,982	P=0,395
Anzahl der fehlerhaft benutzen Elemente	p=0,114	2,75	4,435	2,060	P=0,158

Tabelle 11: Ergebnisse des Vergleichs der Interviewer der Formvariablen mit einfaktorieller ANOVA (n = 20)

	Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Mittelwert	Standardabweichung	F	Signifikanz
Anzahl der genannten Inhalte	p=0,232	25,781	8,368	6,631	p=0,003**
Anzahl der genannten Inhalte bei IVA	p=0,857	25,700	7,868	4,824	P=0,022*
Anzahl der genannten Inhalte im Interview	p=0,438	25,857	9,013	4,769	P=0,022*
Anzahl fehlender Elemente bei IVA	p=0,434	5,150	4,973	0,020	P=0,980
Anzahl fehlender Elemente im Interview	p=0,113	6,286	5,349	0,421	P=0,663

Tabelle 12: Ergebnisse des Vergleichs der Interviewer Inhaltsvariable mit einfaktorieller ANOVA