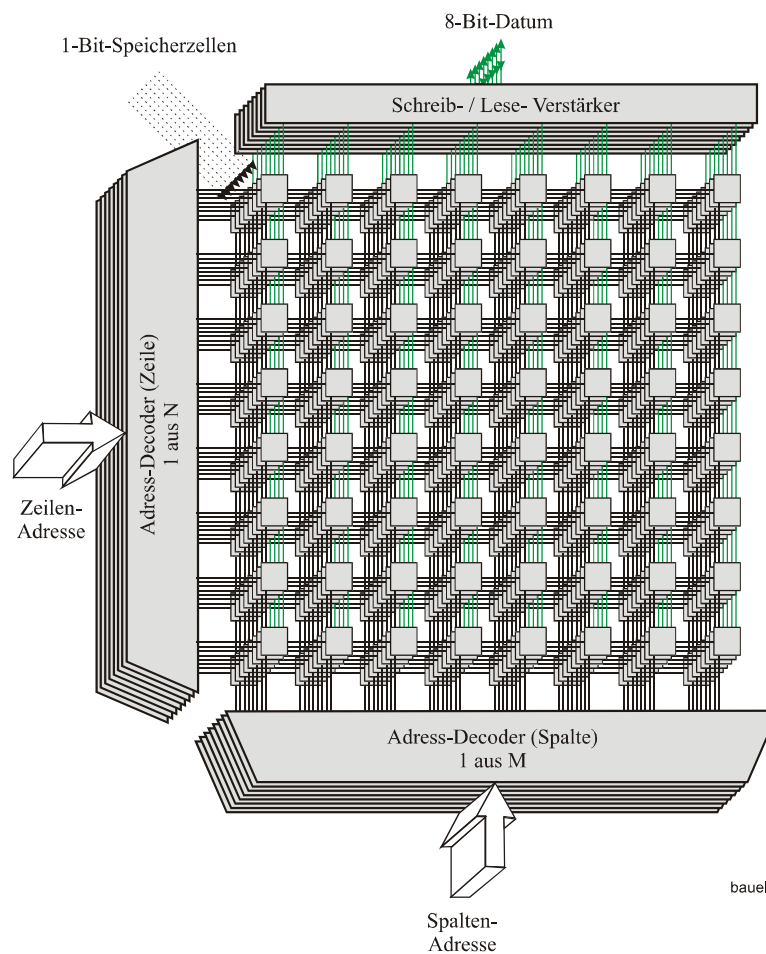




# Bauelemente der Technischen Informatik

Manfred Paul



baue1101a.cdr

# Vorlesungsskript SS 2003

Version vom 1. Mai 2003

Alle Rechte vorbehalten.  
Vervielfältigung jeglicher Art ist untersagt.

© by Manfred Paul

Bauelemente.wpd

# Vorwort

Der vorliegende Text ist aus einem Vorlesungsskript für Hörer der Informatik hervorgegangen. Naturgemäß kann in einer einsemestrigen Vorlesung Vieles nur angerissen werden. Daher wurde auf Beweise weitgehend verzichtet und es wurden nur bekannte physikalische und technische Effekte dargestellt.

Angesichts der Schnellebigkeit der Technologien bleibt es nicht aus, dass auch veraltete Verfahren dargestellt sind und neueste Moden nicht immer berücksichtigt wurden.

Die hier vorgestellten Bauelemente sind wesentliche Bestandteile digitaler Systeme. Angesichts der massiv wachsenden Integration von Bauteilen und ihrer Minimierung wird man immer weniger sog. diskrete Bauelemente in der Praxis anwenden. Vielmehr werden komplexe Baugruppen, die nicht nur digitale Schaltungen enthalten, sondern auch Sensoren, wie Mikrofone, Gasetektoren u.ä. als hochintegrierte Baugruppen auf einem Halbleiter integriert. Damit wird der Entwurf von Hardware zunehmend eine Aufgabe von Halbleiterspezialisten. Der "normale" Informatiker muss dann mit dem arbeiten, was der Markt anbietet.

Gleichwohl ist für ein Studium der Informatik auch das Basiswissen über die Funktion der technisch-physikalischen Mechanismen unabdingbar, um sich ein Bild von den Funktionen der Geräte zu machen und ihre Möglichkeiten und Grenzen abzuschätzen.



# Inhalt

<b>1 Elektrotechnische Grundlagen</b>	7
1.1 Grundlegende physikalische Begriffe und Größen	7
1.2 Das elektrostatische Feld	10
1.2.1 Das Coulombsche Gesetz	10
1.2.2 Elektrisches Feld	10
1.2.2.1 Ladungen im Raum	10
1.2.2.2 Potential und elektrische Spannung	11
1.2.2.3 Elektrische Flussdichte	12
1.3 Gleichstrom in linearen Netzen	13
1.3.1 Die Stromstärke	14
1.3.2 Das Ohmsche Gesetz	14
1.3.3 Kirchhoffsche Sätze	15
1.3.3.1 Der Knotensatz	15
1.3.3.2 Der Maschensatz	16
1.3.4 Reale elektrische Energiequellen	17
1.3.4.1 Klemmenspannung	17
1.3.4.2 Messschaltungen	18
1.3.4.3 Widerstandsrauschen	19
1.4 Das stationäre magnetische Feld	19
1.4.1 Das magnetische Feld elektrischer Ströme	19
1.4.2 Das Durchflutungsgesetz	20
1.4.3 Magnetische Dipole	21
1.4.4 Magnetische Induktion, Fluss, Permeabilität und Lorentz-Kraft	21
1.4.5 Kraft zwischen zwei Leitern und Halleffekt	23
1.4.6 Ferromagnetismus	23
1.5 Das elektromagnetische Feld	25
1.5.1 Induktionsgesetz	25
1.5.2 Selbstinduktion, Induktivität	26
<b>2 Lineare Schaltungstheorie</b>	27
2.1 Erzeugung einer Wechselspannung	27
2.2 Transformator	28
2.3 Theorie der linearen Wechselstromschaltungen	29
2.3.1 Wechselspannung an Induktivität und Kapazität	29
2.3.2 Zeigerdarstellung, komplexe Schreibweise	30
2.3.3 Komplexer Widerstand	31
2.3.4 Kirchhoffsche Sätze für Wechselstrom	32
2.3.5 Schwingkreise	33
2.3.6 Bodediagramm	35
2.3.7 Ortskurven	36
2.4 Vierpole	37
2.4.1 Impedanzmatrix	37
2.4.2 Admittanzmatrix	38
2.4.3 Kettenmatrix	38

2.4.4	Superpositionsgesetz	39
2.5	Schaltvorgänge	39
2.5.1	Schaltverhalten eines ohmschen Widerstandes	39
2.5.2	Schaltverhalten einer Kapazität	40
2.5.3	Schaltverhalten einer Induktivität	41
<b>3</b>	<b>Nichtlineare Bauelemente und Sensoren</b>	<b>45</b>
3.1	Halbleiterphysik	45
3.1.1	Energieniveaus und Bändermodell	45
3.1.2	Kristallstrukturen üblicher Halbleiter	46
3.2	Dotierte Halbleiter	48
3.2.1	PTC- und NTC-Widerstand	49
3.2.2	Photowiderstand	50
3.2.3	VDR-Widerstand	51
3.3	pn-Übergang	51
3.3.1	Allgemeine Halbleiter-Dioden	52
3.3.2	Spezielle Halbleiterdioden	53
3.4	Sensoren und Energiewandler	58
3.4.1	Reziproke Wandler	58
3.4.2	Weitere gesteuerte Sensoren	60
<b>4</b>	<b>Aktive Bauelemente und deren Grundsaltungen</b>	<b>63</b>
4.1	Halbleitertechnologien	63
4.1.1	Der Bipolar-Transistor	63
4.1.2	Die Kennlinien von Transistoren	64
4.1.3	Der Feldeffekt-Transistor	66
4.2	Grundsaltungen von Transistor und FET	70
4.2.1	Emitter-Schaltung / Source-Schaltung	71
4.2.2	Basisschaltung / Gateschaltung	72
4.2.3	Kollektor-Schaltung / Drain-Schaltung	73
4.2.4	Darlington-Schaltung	74
Logische Grundsaltungen		75
4.3.1	Grundsätzliche Begriffe digitaler Bausteine	75
4.3.2	Dynamische Eigenschaften	76
4.3.3	Gatter und Flipflops	77
4.3.4	Schaltkreisfamilien	79
4.3.5	Synchrone und asynchrone Schaltnetze	83
<b>5</b>	<b>Speichermedien</b>	<b>87</b>
5.1	Halbleiterspeicher	88
5.1.1	Festwertspeicher (ROMs)	89
5.1.1.1	Maskenprogrammierte ROMs	89
5.1.1.2	Programmierbare ROMs	90
5.1.1.3	Löschbare Festwertspeicher (EPROMs)	91
5.1.1.4	Elektrisch löschbare Festwertspeicher (EEPROMs)	92
5.1.1.5	Flash Memories	92

5.1.2	Schreib-/Lesespeicher mit wahlfreiem Zugriff (RAM-Speicher)	93
5.1.2.1	SRAMs	93
5.1.2.2	DRAMs	94
5.1.2.3	RAM-Speicher-Organisationen	95
5.2	Magnetbandspeicher	99
5.2.1	Schreiben digitaler Daten auf Magnetband	99
5.2.2	Lesen digitaler Daten vom Magnetband	100
5.2.3	Technische Realisierungen	101
5.3	Magnetplattenspeicher	103
5.4	CD-ROM und andere optische Speichermedien	104
5.5	Plattenorganisation	104
5.5.1	RAID Level 0	104
5.5.2	RAID Level 1	105
5.5.3	RAID Level 2	105
5.5.4	RAID Level 3	106
5.5.5	RAID Level 4	106
5.5.6	RAID Level 5	107
<b>6</b>	<b>Informationsübertragung</b>	<b>109</b>
6.1	Historischer Überblick	109
6.2	Strukturierung der Übertragungstechniken	110
6.2.1	Physikalische und logische Strukturen	110
6.3	Physikalische Übertragungsmedien	113
6.3.1	Kupferleitungen (twisted pairs)	113
6.3.2	Lichtwellenleiter	115
6.3.3	Funkstrecken	117
6.3.4	Serielle und parallele Übertragung	117
6.3.5	Störungen der Signalübertragung	118
6.3.6	Modulationsverfahren	119
6.3.7	Wellenlängen-Multiplex	120
6.4	Techniken und Protokolle in lokalen Netzen (LANs)	120
6.4.1	Schicht 1 des ISO-Modells (Pegel und Codes)	120
6.4.2	Schicht 2 des ISO-Modells	122
6.4.3	Die Schichten 3 und 4 des ISO-Modells	123
6.4.4	Adressierung im Internet	126
6.5	Weitverkehrsnetze (WANs)	128
6.5.1	Analoge Modems	128
6.5.2	ISDN	129
6.5.3	ADSL	130
6.5.4	HDSL / SDSL	130
6.5.5	VDSL	131
6.5.6	SDH	131
6.5.7	ATM	132
6.5.8	10-Gigabit-Ethernet	133
6.6	Ausblick	134

<b>7 Annex Acronyme</b> .....	135
<b>8 Literatur</b> .....	137
<b>9 Index</b> .....	139