

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung in die Vermittlungstechnik	14
1.1	Entwicklung der Kommunikationsnetze	14
1.2	Bedeutung der Vermittlungstechnik	16
1.3	Aufbau dieses Buches	19
2	Grundlagen	22
2.1	Klärung der wichtigsten Begriffe	22
2.1.1	Kommunikationsdienst	22
2.1.2	Dienstzugangspunkt	26
2.1.3	Kommunikationsprotokoll	27
2.1.4	Protokollmechanismen	29
2.1.4.1	Kapselung	29
2.1.4.2	Längen Anpassung	29
2.1.4.3	Verbindungsmanagement	29
2.1.4.4	Geordneter Datentransfer	30
2.1.4.5	Lastkontrolle	30
2.1.4.6	Fehlererkennung und -behebung	32
2.1.4.7	Quittungsverfahren	33
2.1.4.8	Adressierung und Wegewahl	34
2.1.4.9	Multiplexen und Bündeln	35
2.1.4.10	Medienzugang	36
2.1.4.11	Synchronisation	36
2.1.4.12	Informationsübertragung	37
2.2	Geschichtete Kommunikationssysteme	37
2.2.1	Notwendigkeit der Schichtung	37
2.2.2	Das ISO/OSI-Basisreferenzmodell	38
2.2.2.1	Die Bitübertragungsschicht	39
2.2.2.2	Die Sicherungsschicht	40
2.2.2.3	Die Vermittlungsschicht	41
2.2.2.4	Die Transportschicht	42
2.2.2.5	Die Kommunikationssteuerungsschicht	43
2.2.2.6	Die Darstellungsschicht	44
2.2.2.7	Die Anwendungsschicht	45
2.2.3	Andere Schichtenmodelle	47
2.3	Modellierung von Kommunikationsvorgängen	48
2.3.1	Schichtenmodelle	50
2.3.2	Message Sequence Chart	50
2.3.2.1	Basic MSC	50

2.3.2.2	High-Level-MSC	53
2.3.3	Specification and Description Language	53
2.3.3.1	Beschreibung der Systemstruktur und der Kommunikation	55
2.3.3.2	Beschreibung durch endliche erweiterte Automaten	57
2.3.3.3	Objektorientierung in SDL	58
2.3.4	Universal Modelling Language	59
2.3.4.1	Diagrammtypen in UML	59
2.3.4.2	UML-Metamodell-Architektur	60
2.3.4.3	Statische Beschreibung	61
2.4	Nachrichtentechnische Grundlagen	64
2.4.1	Digitalisierung von Signalen	65
2.4.2	Redundanz digitaler Informationsübertragung	67
2.4.3	Multiplexübertragung	68
2.4.4	Duplexübertragung	70
2.5	Vermittlungstechniken	73
2.5.1	Leitungsvermittlung	74
2.5.1.1	Leitungsvermittlung mit Raummultiplex	75
2.5.1.2	Leitungsvermittlung mit Zeitmultiplex	77
2.5.1.3	Signalisierung	78
2.5.2	Speichervermittlung	81
2.5.2.1	Nachrichtenvermittlung	82
2.5.2.2	Paketvermittlung	84
2.5.3	Gegenüberstellung der Vermittlungstechniken	86
2.6	Kommunikationsnetze und Komponenten	87
2.6.1	Netztopologien und ihre spezifischen Eigenschaften	87
2.6.2	Komponenten der OSI-Bitübertragungsschicht	89
2.6.3	Komponenten der OSI-Sicherungsschicht	91
2.6.3.1	Buszugriffsverfahren	91
2.6.3.2	Informationsweiterleitung in der Sicherungsschicht	91
2.6.3.3	Übermittlung in der Vermittlungsschicht	94
2.6.3.4	Routing – Switching	94
2.7	Wegewahl	94
2.7.1	Sitzungsbasierte und datagrammbasierte Wegewahl	95
2.7.2	Unicast-, Multicast- und Broadcast-Wegewahl	95
2.7.3	Quellengesteuerte, tabellenbasierte und anforderungsgesteuerte Wegewahl	95
2.7.4	Statische und adaptive Wegewahl	97
2.7.5	Zentralisierte und dezentralisierte Wegewahl	97
2.7.6	Isolierte und kooperative Wegewahl	97
2.7.7	Verschiedene Wegewahlalgorithmen	97
2.7.7.1	Fluten	98
2.7.7.2	Statische tabellenbasierte Wegewahl	98
2.7.7.3	Zentralisierte Wegewahl mit Routing Control Center	98
2.7.7.4	Delta Routing	100
2.7.7.5	Backward Learning	101

2.7.7.6	Distance Vector Routing	102
2.7.7.7	Link State Routing	103
2.7.7.8	Hierarchische Wegewahl	103
2.7.7.9	Einordnung der vorgestellten Verfahren	104
3	Kriterien für den Vergleich der behandelten Kommunikationsnetze	105
3.1	Aufbau des Netzes	105
3.2	Adressierung	105
3.3	Wegewahl	106
3.4	Kommunikationsdienstgüte – Quality of Service	106
4	Leitungsvermittelte drahtgebundene Netze	112
4.1	Integrated Services Digital Network – ISDN	112
4.1.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo des ISDN	112
4.1.1.1	Entwicklung vom Fernsprechnetz zum ISDN	112
4.1.1.2	Dienste des ISDN	114
4.1.1.3	Status quo des ISDN	117
4.1.2	Teilnehmerzugang im ISDN	119
4.1.2.1	Anschlusstypen und Referenzkonfiguration	119
4.1.2.2	Teilnehmersignalisierung	122
4.1.3	Adressierung und Wegewahl bei ISDN	123
4.1.4	Dienstgüte (Quality of Service) im ISDN	127
4.1.5	Signalübertragung zwischen Netzknoten des ISDN	128
4.1.5.1	Plesiochrone Digitale Hierarchie (PDH)	128
4.1.5.2	Synchrone Digitale Hierarchie (SDH)	129
4.1.5.3	Übertragungsmedien	130
4.2	Intelligent Network – IN	131
4.2.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo des Intelligenten Netzes	131
4.2.1.1	Ziele des IN zur Bereitstellung von Mehrwertdiensten im ISDN	131
4.2.1.2	Geschichte und Entwicklung des IN	133
4.2.2	Struktur und Arbeitsweise des IN	135
4.2.2.1	Die Komponenten des IN	135
4.2.2.2	IN-Architekturkonzept	136
4.2.2.3	Zusammenarbeit von Dienststeuerung und Verbindungssteuerung	138
4.2.3	Beispiele für IN-Dienste und deren Erstellung	139
4.2.3.1	Klassische IN-Dienste	139
4.2.3.2	Klassifizierung von IN-Diensten	141
5	Datenkommunikation im Internet	144
5.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo	144
5.2	Referenzmodell des Internets	146
5.3	Adressierung im Internet	147
5.3.1	Adressierung auf der Netzzugangsschicht	147
5.3.2	Adressierung auf der Internet-Schicht	147

5.3.2.1	Adressierung in IPv4	147
5.3.2.2	Adressierung in IPv6	152
5.3.3	Adressierung auf der Transportschicht	153
5.3.4	Adressierung auf der Anwendungsschicht	154
5.3.5	Abbildung der Adressen	155
5.3.5.1	URN-Resolver	156
5.3.5.2	Das Domain Name System	156
5.3.5.3	Das Address Resolution Protocol	159
5.4	Wegewahl und Vermittlung – Das Internet-Protokoll IP	160
5.4.1	Die Version 4 des Internet Protocols	160
5.4.2	Das Internet Control Message Protocol der Version 4	163
5.4.3	Die Version 6 des Internet Protocols	165
5.4.4	Das Internet Control Message Protocol der Version 6	166
5.4.5	Die Internet-Routingtabelle	167
5.4.6	Routingprotokolle im Internet	168
5.4.6.1	Routing innerhalb eines autonomen Systems	168
5.4.6.2	Routing zwischen autonomen Systemen	169
5.5	Dienstgüte im Internet	169
5.5.1	Dienstgüte und IPv4	170
5.5.2	Dienstgüte und IPv6	171
5.5.3	Multiprotocol Label Switching	171
5.5.4	Der <i>Integrated Services</i> -Ansatz	172
5.5.5	Der <i>Differentiated Services</i> -Ansatz	176
5.5.6	Vergleich von Integrated und Differentiated Services	178
5.6	Evolution des Internets	179
6	Breitbandige Kommunikation in öffentlichen Netzen	181
6.1	Asynchroner Transfermodus	181
6.1.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo	182
6.1.2	Wegewahl und Vermittlungstechnik in ATM	183
6.1.2.1	Das Wesen von ATM	184
6.1.2.2	Funktionsweise von ATM	185
6.1.2.3	ATM-Verbindungen	187
6.1.2.4	Aufbau und Arbeitsweise von ATM-Switches	189
6.1.2.5	Signalisierung und Adressierung im ATM	191
6.1.3	Referenzmodelle und Schnittstellen in ATM	191
6.1.3.1	Der ATM-Referenzwürfel	191
6.1.3.2	Teilnehmerzugang	194
6.1.3.3	Interner Aufbau von ATM-Netzen	195
6.1.4	Dienstgüte (Quality of Service) in ATM	197
6.1.5	ATM und Internet	198
6.1.5.1	TCP over ATM	199
6.1.5.2	IP over ATM	199
6.1.5.3	LAN-Emulation	200
6.1.5.4	QoS in ATM-LANs	203
6.1.6	ATM-Beispiele	205

6.2	xDSL	205
6.2.1	Techniken der Digital Subscriber Line	207
6.2.2	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo von ADSL	209
6.2.3	ADSL-Referenzkonfiguration am Teilnehmerzugang	212
6.2.4	Protokolle und Architektur von ADSL	214
6.2.4.1	Bitübertragung und ATM-Schicht	214
6.2.4.2	Architekturen des Netzzugangs	216
6.2.4.3	ADSL mit PPPoE	217
6.2.5	Dienstgüte (Quality of Service)	219
7	Generationen von Mobilkommunikationsnetzen	220
7.1	Infrastrukturnetze	222
7.1.1	GSM – Global System for Mobile Communications	223
7.1.1.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo	223
7.1.1.2	Aufbau des GSM-Netzes	224
7.1.1.3	Wegwahl und Vermittlung in einem GSM-Netz	227
7.1.1.4	Dienstgüte in einem GSM-Netz	231
7.1.2	Drahtlose lokale Infrastrukturnetze	232
7.1.2.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo	232
7.1.2.2	Aufbau eines WLAN-Infrastrukturnetzes	233
7.1.2.3	Adressierung bei IEEE 802.11	234
7.1.2.4	Wegwahl und Vermittlung in einem WLAN-Infrastrukturnetz	234
7.1.2.5	Dienstgüte in einem WLAN-Infrastrukturnetz	235
7.2	Ad-hoc-Netze	236
7.2.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo	236
7.2.1.1	Eigenschaften von Ad-hoc-Netzen	236
7.2.1.2	Technische Realisierung	239
7.2.2	Adressierung	241
7.2.3	Wegwahl und Vermittlung	245
7.2.3.1	Einordnung und Besonderheiten	246
7.2.3.2	Anforderungen	248
7.2.3.3	Übersicht über aktuelle Routingverfahren	249
7.2.4	Dienstgüte in Ad-hoc-Netzen	253
7.2.5	Beispiele von Ad-hoc-Netzen	254
7.2.5.1	Einsatzkräfte	255
7.2.5.2	Verkehrsleitsysteme	255
7.2.5.3	Kontextsensitive Dienste	256
8	Satellitenkommunikation	259
8.1	Einsatzgebiete, Geschichte und Status quo	259
8.2	Aufbau eines Satellitennetzes – Satellitenorbits	261
8.2.1	Beschreibung der Satellitenbahn	261
8.2.2	Unterscheidung der Satellitenorbits	263
8.3	Adressierung und Zugriffsverfahren in Satellitennetzen	265
8.3.1	Statisches Zeitmultiplex	265

8.3.2	Bedarfsgesteuertes Zeitmultiplex	265
8.4	Wegewahl und Vermittlung in Satellitennetzen	268
8.5	Dienstgüte in Satellitennetzen	271
8.6	Beispiele von Satellitensystemen	272
8.6.1	Rundfunk und Fernsehen via Satellit	272
8.6.2	Positionsbestimmung mittels Satelliten	273
8.6.3	Telekommunikation über Satelliten	275
9	Gegenüberstellung und Entwicklungstrends	277
9.1	Änderung des Einsatzbereichs	278
9.1.1	Datenübermittlung über Sprachnetze	278
9.1.2	Übermittlung von Multimediaströmen über das Internet	285
9.1.2.1	Real-time Transport Protocol RTP	287
9.1.2.2	RTP Control Protocol (RTCP)	289
9.1.2.3	Real Time Streaming Protocol (RTSP)	291
9.1.2.4	Voice over IP	293
9.1.3	Individualkommunikation über Satellit	297
9.1.4	Mobilität im Internet	298
9.1.4.1	Auswirkungen der Mobilität auf die Wegewahl	300
9.1.4.2	Mobile IP	301
9.1.4.3	Drahtlose Netze und TCP	306
9.1.5	Vertikaler Handover	310
9.2	Neue Anwendungsfelder für die Telekommunikation	310
9.2.1	Ubiquitärer Rechnereinsatz	311
9.2.2	Kontextsensitive Diensterbringung	313
9.2.2.1	Kontextinformation	314
9.2.2.2	Kontextsensitive Dienste und Informationen	315
9.2.2.3	Beispiel eines kontextsensitiven Systems	316
9.2.3	Netze am Körper – Body Area Networks	323
9.2.4	Intelligente Gebäude und Umgebungen	325
	Literaturverzeichnis	328
	Sachwortverzeichnis	344