

Inhaltsverzeichnis

1. All about	1
1.1 Das Internet – Basistechnologie des WWW	1
1.1.1 Das Netz der Netze	1
1.1.2 Basiswissen Netzwerktechnik	2
1.1.3 Internet-Kommunikationsprotokolle	4
1.1.4 Internet-Dienste und -Anwendungen	9
1.2 Das World Wide Web – eine erste Annäherung	12
1.2.1 Browser	13
1.2.2 Hypertext und Hypermedia	14
1.2.3 HTML und Dokumentendarstellung	19
1.2.4 Identifikation von Dokumenten	21
1.2.5 Dokumententransport	22
1.2.6 Browserarchitektur	22
1.3 Die untrennbare Geschichte von Internet und WWW	25
1.3.1 Das ARPANET – wie alles begann...	25
1.3.2 The Internet goes public	29
1.3.3 Das WWW revolutioniert das Internet	33
1.4 Das Who-is-Who in Internet und WWW	37
1.4.1 Internet Architecture Board – IAB	38
1.4.2 Internet Society – ISOC	40
1.5 Offene Standards im Internet und WWW – geregelte Anarchie	41
1.5.1 Wie entsteht ein Standard?	41
1.5.2 Deutsche Akteure und Provider	48
1.6 Glossar	49

Teil I. Die Kommunikation und ihre Medien

2. Kommunikationsmedien im Wandel – von der Höhlenmalerei zum WWW	55
2.1 Entwicklung der Schrift	55
2.2 Buchdruck und erste Kommunikationsnetze	58
2.3 Entstehung des Zeitungswesen	64
2.4 Telekommunikationssysteme und Elektrizität	66

2.4.1	Optische Telegrafie	66
2.4.2	Elektrische Telegrafie	67
2.5	Der Vormarsch der Individual-Telekommunikation	69
2.5.1	Telefon	69
2.5.2	Vom Phonograph zum Grammophon	71
2.5.3	Fotografie	72
2.6	Drahtlose Telekommunikation - Rundfunk und Fernsehen	74
2.6.1	Funktelegrafie	74
2.6.2	Rundfunk	76
2.6.3	Film und Kino	77
2.6.4	Fernsehen	78
2.6.5	Der Computer als universeller persönlicher Kommunikationsmanager	82
3.	WWW – das universelle Kommunikationsmedium	91
3.1	Medienvielfalt und Multimedia - eine Formatfrage	91
3.2	Text - Datenformate und Komprimierung	94
	Exkurs 1: Einfache Verfahren der Datenkomprimierung	100
3.3	Grafik - Datenformate und Komprimierung	102
3.3.1	Varianten der Lauflängenkodierung für Grafikdaten	106
3.3.2	LZW-Verfahren	106
3.3.3	GIF-Format	111
	Exkurs 2: GIF – Dateiaufbau	113
3.3.4	JPEG-Format	115
	Exkurs 3: JPEG – Komprimierungsprozeß	118
	Exkurs 4: JPEG – Dateiaufbau	120
3.4	Audio – Datenformate und Komprimierung	122
3.4.1	Analog-Digital-Umwandlung	124
3.4.2	Unkomprimierte Audio-Datenformate	128
3.4.3	Audiokomprimierung	132
3.4.4	MPEG Audiokodierung	137
	Exkurs 5: MPEG-1 Audiokodierung	139
	Exkurs 6: MP3 – Dateiaufbau	142
3.4.5	Weitere Audio-Komprimierungsverfahren	147
3.4.6	Streamingtechniken	150
3.5	Video und Animation - Datenformate und Komprimierung	152
3.5.1	Digitale Videokodierung	153
3.5.2	Komprimierung von Videosignalen	156
3.5.3	Bewegungskompensation und Bewegungsvorhersage	158
3.5.4	MPEG Komprimierung: Schlüsselprobleme	160
3.5.5	MPEG Komprimierung: Prinzipielles Vorgehen	161
3.5.6	MPEG-2 Standard	166
	Exkurs 7: MPEG – Datenformat	168
3.5.7	MPEG-4 Standard	173
3.5.8	MPEG-7 Standard	176

3.5.9	MPEG-21 Standard	179
	Exkurs 8: Andere Videodatenformate und -komprimierungs- verfahren	180
3.6	Glossar	183

Teil II. Basics der Internet-Technologie

4.	Wie sich Rechner unterhalten –	
	Grundkonzepte der Rechnervernetzung	193
4.1	Grundlagen und Konzepte	193
	4.1.1 Kommunikation und Datenübertragung	193
	4.1.2 Klassifikationen von Kommunikationssystemen	196
4.2	Rechnernetze und Paketvermittlung	200
	4.2.1 Klassische Punkt-zu-Punkt Verbindung	201
	4.2.2 Leitungsvermittelte Netzwerke	202
	4.2.3 Von der Leitungsvermittlung zur Paketvermittlung	203
	4.2.4 Das Prinzip der Paketvermittlung	205
	4.2.5 Vorteile der Paketvermittlung	206
	4.2.6 Paketheader	208
	4.2.7 Nachteile der Paketvermittlung	209
	4.2.8 Verbindungslose und verbindungsorientierte Netzwerk- dienste	210
	4.2.9 Dienstparadigmen von Rechnernetzen	212
	4.2.10 Fehlererkennung	214
	Exkurs 9: Fehlererkennende und fehlerkorrigierende Codes	215
4.3	Leistungskennziffern von Rechnernetzen	222
	4.3.1 Benutzerbezogene Kenngrößen	223
	4.3.2 Quality of Service	223
	Exkurs 10: Verzögerung in paketvermittelten Netzwerken	227
	4.3.3 Qualitative Leistungskriterien	230
4.4	Grundlagen der Sicherheit in Rechnernetzen	232
	4.4.1 Bedrohungen und Sicherheitsziele	233
	4.4.2 Kryptografische Grundbegriffe	235
4.5	Kommunikationsprotokolle	236
	4.5.1 Protokollfamilien	237
	4.5.2 Schichtenmodell	239
	Exkurs 11: Das ISO/OSI-Schichtenmodell	241
	4.5.3 Protokollfunktionen	244
4.6	Das TCP/IP-Schichtenmodell	247
	4.6.1 Bitübertragungsschicht	248
	4.6.2 Internetschicht	249
	4.6.3 Transportschicht	250
	4.6.4 Anwendungsschicht	252
4.7	Glossar	252

5.	Datentransfer ins Nachbarbüro – LAN-Technologien	259
5.1	Local Area Networks - LANs	259
5.1.1	Nutzung gemeinsamer Kommunikationskanäle	259
5.1.2	Bedeutung von LANs	260
5.2	Grundlagen der Datenverwaltung im LAN	261
5.2.1	Lokale Adreßverwaltung	261
5.2.2	Lokale Datenverwaltung	264
5.3	Spezielle LAN Hardware	266
5.3.1	LAN-Schnittstellenkarte	266
5.3.2	Netz-Analyzer	267
5.4	LAN-Topologien	267
5.4.1	Ethernet	272
	Exkurs 12: Ethernet – Timing und Kollisionsbehandlung . .	280
	Exkurs 13: Ethernet – Effizienz-Betrachtung	302
5.4.2	Token Ring	304
	Exkurs 14: Token Ring – Datenformat und Funktionen . .	310
	Exkurs 15: Token Ring – Management	313
5.4.3	Token Ring Netzaufbau	316
5.4.4	FDDI	324
5.4.5	ATM	340
	Exkurs 16: ATM – Zellvermittlung (Switching)	356
5.4.6	Wireless LAN (WLAN)	358
5.5	LAN-Erweiterung	369
5.5.1	Grenzen der LAN-Technologie	369
5.5.2	Optische Modems	370
5.5.3	Repeater	371
5.5.4	Bridges	372
5.5.5	Switches	379
5.6	Glossar	380
6.	Datentransfer bis ans andere Ende der Welt – WAN-Technologien	383
6.1	Einleitung	383
6.2	Paketvermittlung im WAN	385
6.2.1	Grundprinzipien	385
6.2.2	Aufbau eines WANs	386
6.2.3	Speichervermittlung	387
6.2.4	Adressierung im WAN	388
6.3	Routing	389
6.3.1	Das Netzwerk als Graph	390
6.3.2	Berechnung der Routingtabelle im WAN	391
6.3.3	Isolierte Routing-Algorithmen	395
	Exkurs 17: Dijkstra-Algorithmus	397
6.3.4	Distanzvektor-Routing (RIP)	399
6.3.5	Link-State-Routing (OSPF)	401

	Exkurs 18: Spezielle Routingverfahren	405
6.4	Beispiele der WAN-Technologie	412
	6.4.1 ARPANET	413
	6.4.2 X.25	417
	6.4.3 ISDN	420
	Exkurs 19: ISDN – Datenformate	427
	6.4.4 Frame Relay	429
6.5	Hochgeschwindigkeitsnetzwerke	437
	6.5.1 Asynchronous Transfer Mode – ATM	438
	6.5.2 Distributed Queue Dual Bus – DQDB	438
	6.5.3 Plesiochrone Digital Hierarchy – PDH	443
	6.5.4 Synchronous Digital Hierarchy – SDH, SONET	447
6.6	Zugang zum WAN	450
	6.6.1 Schnittstellen für Datenendgeräte	451
	6.6.2 Zugang über das Telefonnetz - Modems	453
	6.6.3 Zugang über ISDN	458
	6.6.4 Alternative Zugangsverfahren	460
6.7	Glossar	469
7.	Wie das Internet funktioniert – Internetworking	475
7.1	Virtuelle Netze	476
	7.1.1 Zusammenschluß von WANs/LANs	477
	7.1.2 Internetworking	481
7.2	TCP/IP en Detail	492
	7.2.1 IP-Adressierung	493
	7.2.2 Bindung von Protokolladressen	504
	7.2.3 IP-Datagramme	510
	Exkurs 20: IP-Kapselung und IP-Fragmentierung	515
	Exkurs 21: Das zukünftige IPv6	518
	7.2.4 ICMP-Protokoll	532
	Exkurs 22: Mobile IP	538
	7.2.5 TCP als zuverlässiger Transportdienst	544
	Exkurs 23: TCP – Verbindungsmanagement	555
	7.2.6 UDP-Protokoll	565
7.3	Glossar	567
8.	Wozu das Internet alles gut ist –	
	Dienste und Anwendungen im Internet	573
8.1	Grundbegriffe und Überblick	573
	8.1.1 Client-/Server-Interaktionsmodell	575
	8.1.2 Socket-Schnittstellen	577
8.2	Namens- und Verzeichnisdienste	578
	8.2.1 Domain Name Service - DNS	578
	8.2.2 Verzeichnisdienste	585
8.3	Elektronische Post - Email	588

8.3.1	Email Nachrichtenformat	591
8.3.2	MIME Standard	592
8.3.3	SMTP	595
8.3.4	IMAP und POP	598
8.3.5	Pretty Good Privacy - PGP	600
8.3.6	X.400-Message Handling System	601
8.4	Dateitransfer	601
8.4.1	File Transfer Protocol – FTP	601
8.4.2	Trivial File Transfer Protocol – TFTP	605
8.4.3	Network File System – NFS	606
8.4.4	Remote Procedure Call – RPC	607
8.5	Remote Login	609
8.5.1	Telnet	610
8.5.2	Remote Login – rlogin	614
8.5.3	Secure Shell – SSH	616
8.6	Netzwerkmanagement	616
8.6.1	Simple Network Management Protocol – SNMP	618
8.6.2	SNMPv3	624
8.7	Audio- und Videokommunikation	626
8.7.1	Multimedia Anwendungen im Internet	626
8.7.2	Anforderungen und Realität	628
8.7.3	Real-Time Transport Protocol – RTP	630
8.7.4	Real-Time Transport Control Protocol - RTCP	632
8.7.5	Real-Time Streaming Protocol – RTSP	633
8.7.6	Ressourcenreservierung und Dienstqualität	636
8.8	Weitere Dienste und Anwendungen im Internet	638
8.8.1	Internet Relay Chat – IRC	639
8.8.2	Usenet News	640
8.8.3	Sonstige Dienstangebote über TCP/IP	642
8.9	Glossar	644
9.	Unter vier Augen – Sicherheit im Internet	649
9.1	Sicherheitsanforderungen	650
9.1.1	Sicherheitsziele	650
9.2	Sicherheitsmechanismen	653
9.2.1	Vertraulichkeit und Verschlüsselung	653
9.2.2	Authentifikation und Verschlüsselung	657
9.2.3	Datenintegrität und Digitale Signaturen	663
9.2.4	Schlüsselverteilung und Zertifizierung	666
9.3	Absicherung der Protokolle	670
9.3.1	Sicherheitsarchitekturen – Absicherung auf unterschiedlichen Ebenen	671
9.3.2	PGP – Absicherung auf der Anwendungsschicht	673
9.3.3	SSL/TLS – Absicherung auf der Transportschicht	677
	Exkurs 24: SSL Handshake-Verfahren	681

9.3.4	IPsec – Absicherung auf der Netzwerkschicht	690
	Exkurs 25: IPsec – Schlüsselmanagement	697
9.4	Paketfilter und Firewalls	704
9.4.1	Paketfilter	706
9.4.2	Gateways	708
9.4.3	Firewalls – Topologie	708
9.5	Glossar	712

Teil III. Web-Technologien

10.	Jedes Ding braucht einen Namen -	
	URL: Universal Resource Identifier	721
10.1	Hyperlink und Identifikation	721
10.2	Uniform Resource Identifier - URI	723
10.2.1	Uniform Resource Locator - URL	726
10.2.2	Uniform Resource Name - URN	731
10.3	Glossar	732
11.	Zustelldienst im Web – HTTP: Hypertext Transfer Proto-	
	col	735
11.1	Einführung	735
11.1.1	HTTP - Basisoperationen	736
11.1.2	HTTP-Zwischensystem	736
11.2	Historische Entwicklung	739
11.2.1	HTTP/1.0	740
11.2.2	Unzulänglichkeiten von HTTP/1.0	740
11.2.3	HTTP/1.1	741
11.3	HTTP en Detail	743
11.3.1	HTTP-Nachrichtenformat	743
11.3.2	Content Negotiation	754
11.3.3	Authentifikation	757
11.3.4	Sicherheit – SSL, TLS und S-HTTP	763
11.3.5	Persistente Verbindungen	765
11.3.6	Caching-Strategien	767
	Exkurs 26: HTTP Cache Kontrolle und Implementierung	775
11.3.7	Cookies	779
	Exkurs 27: HTTP – Erweiterungen	782
11.4	HTTP-Server-Konfiguration	785
11.4.1	HTTP-Server Betrieb	785
11.4.2	Virtuelle Hosts	787
11.4.3	Origin Server	788
11.4.4	Proxy-Server	793
11.4.5	Logfile-Analyse	796
11.5	Glossar	801

12. Die erste Sprache des Web –	
HTML: Hypertext Markup Language	805
12.1 Einführung	805
12.1.1 Grundbegriffe	805
Exkurs 28: SGML – Standard Generalized Markup	
Language	806
12.1.2 Grundstruktur eines HTML-Dokuments	821
12.1.3 Kurze Geschichte von HTML	823
12.2 HTML en Detail	826
12.2.1 HTML 4.0 – Document Type Definition	826
12.2.2 Dokumentenheader und Metatags	828
12.2.3 Dokumentenbody	831
12.2.4 Hyperlinks	844
12.2.5 Bilder und Image Maps	846
12.2.6 Frames	853
12.2.7 Formulare	859
12.2.8 Dynamisches HTML und Multimediaobjekte	870
Exkurs 29: Unterschiede zwischen HTML 4.0 und XHTML	877
12.3 Glossar	880
13. Für jeden Zweck das passende Design –	
CSS: Cascading Stylesheets	885
13.1 Einführung	885
13.1.1 Prinzipien der Cascading Style Sheets	886
13.1.2 Einbinden von Stylesheets in HTML	888
13.2 CSS en Detail	891
13.2.1 CSS Syntax	892
Exkurs 30: CSS – Maßeinheiten, Längenangaben und	
Konstanten	898
Exkurs 31: CSS für spezielle Ausgabemedien	921
13.2.2 Exaktes Positionieren – CSS-P und CSS 2	929
13.2.3 Mehrere Stylesheets	934
13.3 Glossar	939
14. Alles ist möglich – XML: Extensible Markup Language	943
14.1 Warum XML?	943
14.2 XML Grundlagen	945
14.2.1 Wohlgeformtes XML	946
14.2.2 Document Type Definition	947
14.2.3 Document Object Model – DOM	947
14.2.4 Namensräume und Schemata	951
14.2.5 Dokumentverknüpfungen	954
14.2.6 Transformation von XML-Dokumenten	954
14.3 XML en Detail	955
14.3.1 XML 1.0 Syntax	955

Exkurs 32: XML Document Type Definition - DTD	960
14.3.2 XML-Schemata	967
14.3.3 XML Information Set	973
Exkurs 33: XML Hyperlinks - XLink, XPointer und XPath	977
14.3.4 Transformationen von XML-Dokumenten	989
Exkurs 34: Extensible Style Language - XSL und XSLT	990
14.4 Spezielle XML-Entwicklungen	1004
14.4.1 XML-Abfragesprachen	1004
14.4.2 XML basierte Markup-Sprachen für spezielle Anwendungen	1007
14.5 Glossar	1015
15. Das Web wird lebendig -	
Skriptsprachen und CGI-Programmierung	1021
15.1 Document Object Model - DOM	1022
15.1.1 DOM - Grundbegriffe	1022
15.1.2 DOM - Objektmodell	1024
15.1.3 DOM - Referenz	1027
15.2 Programmierung von WWW-Applikationen	1030
15.2.1 Clientseitige WWW-Programmierung	1032
Exkurs 35: JavaScript und andere Skriptsprachen	1035
Exkurs 36: Java und Java-Applets	1050
15.2.2 Serverseitige WWW-Programmierung	1072
15.3 Common Gateway Interface - CGI	1076
Exkurs 37: CGI-Programmierung mit Perl	1085
Exkurs 38: CGI-Programmierung mit PHP	1097
15.4 Glossar	1106
A. Personenregister	1111
B. Wichtige RFCs	1125
B.1 Internet Namens- und Adreß-Konventionen	1125
B.2 Internet Standardisierungsprozeß	1125
B.3 Network Layer Protokolle	1126
B.4 Internet Layer Protokolle	1126
B.5 Internet Transport Layer Protokolle	1127
B.6 Internet Application Layer Protokolle	1128
B.7 Email, Kodierung und Darstellung	1128
B.8 World Wide Web	1128
B.9 FYE - For Your Enjoyment	1129
B.10 FYI - For Your Information	1129

C. Wichtige Internetadressen	1131
C.1 Institutionen und Organisationen	1131
C.2 Internet - Geschichte und Wachstum	1132
C.3 Internet - Protokolle und Standards	1132
C.4 Informationen rund um das Internet	1133
C.5 Archive und Bibliotheken	1133
C.6 Ausgewählte Internet-Anwendungen und Dienste	1133
D. Abkürzungen und Akronyme	1135
Literaturverzeichnis	1147
Sachverzeichnis	1157

Exkurse

Exkurs 1	Einfache Verfahren der Datenkomprimierung	100
Exkurs 2	GIF – Dateiaufbau	113
Exkurs 3	JPEG – Komprimierungsprozeß	118
Exkurs 4	JPEG – Dateiaufbau	120
Exkurs 5	MPEG-1 Audiokodierung	139
Exkurs 6	MP3 – Dateiaufbau	142
Exkurs 7	MPEG – Datenformat	168
Exkurs 8	Andere Videoformate und -komprimierungsverfahren	180
Exkurs 9	Fehlererkennende und fehlerkorrigierende Codes	215
Exkurs 10	Verzögerung in paketvermittelten Netzwerken	227
Exkurs 11	Das ISO/OSI-Schichtenmodell	241
Exkurs 12	Ethernet – Timing und Kollisionsbehandlung	280
Exkurs 13	Ethernet – Effizienz-Betrachtung	302
Exkurs 14	Token Ring – Datenformat und Funktionen	310
Exkurs 15	Token Ring – Management	313
Exkurs 16	ATM – Zellvermittlung (Switching)	356
Exkurs 17	Dijkstra-Algorithmus	397
Exkurs 18	Spezielle Routingverfahren	405
Exkurs 19	ISDN – Datenformate	427
Exkurs 20	IP-Kapselung und IP-Fragmentierung	515
Exkurs 21	Das zukünftige IPv6	518
Exkurs 22	Mobile IP	538
Exkurs 23	TCP – Verbindungsmanagement	555
Exkurs 24	SSL Handshake-Verfahren	681
Exkurs 25	IPsec – Schlüsselmanagement	697
Exkurs 26	HTTP Cache Kontrolle und Implementierung	775
Exkurs 27	HTTP – Erweiterungen	782
Exkurs 28	SGML – Standard Generalized Markup Language	806
Exkurs 29	Unterschiede zwischen HTML 4.0 und XHTML	877
Exkurs 30	CSS – Maßeinheiten, Längenangaben und Konstanten	898
Exkurs 31	CSS für spezielle Ausgabemedien	921
Exkurs 32	XML Document Type Definition – DTD	960
Exkurs 33	XML Hyperlinks – XLink, XPointer und XPath	977
Exkurs 34	Extensible Style Language – XSL und XSLT	990
Exkurs 35	JavaScript und andere Skriptsprachen	1035
Exkurs 36	Java und Java-Applets	1050
Exkurs 37	CGI-Programmierung mit Perl	1085
Exkurs 38	CGI-Programmierung mit PHP	1097