



Computernetzwerke

Der Top-Down-Ansatz

6., aktualisierte Auflage

James Kurose
Keith Ross



Computernetzwerke

Der Top-Down-Ansatz

6., aktualisierte Auflage

James Kurose
Keith Ross

Computernetzwerke

Inhaltsverzeichnis

Computernetzwerke

Impressum

Inhaltsverzeichnis

Die Autoren 9

Vorwort 10

Was bringt die sechste Auflage Neues? 10

Was ist das Besondere an diesem Lehrbuch? 11

Pädagogische Hinweise 15

Ergänzungen für Dozenten 15

Kapitelreihenfolge 15

Eine letzten Anmerkung: Wir würden gerne von Ihnen hören 16

Danksagungen 16

Vorwort zur deutschen Ausgabe 19

Kapitel 1 - Computernetzwerke und das Internet 21

1.1 Was ist das Internet? 23

1.1.1 Eine technische Beschreibung 24

1.1.2 Eine Dienstbeschreibung 26

1.1.3 Was ist ein Protokoll? 27

1.2 Der Netzwerkrand 30

1.2.1 Zugangsnetze 32

1.2.2 Trägermedien 38

1.3 Das Innere des Netzwerks 42

1.3.1 Paketvermittlung 43

1.3.2 Leitungsvermittlung 47

1.3.3 Netzwerk aus Netzen 52

1.4 Verzögerung, Verlust und Durchsatz in paketvermittelten Netzen

55

Inhaltsverzeichnis

- 1.4.1 Überblick über Verzögerung in paketvermittelten Netzen 56
- 1.4.2 Warteschlangenverzögerung und Paketverlust 60
- 1.4.3 Ende-zu-Ende-Verzögerung 62
- 1.4.4 Durchsatz in Computernetzwerken 64
- 1.5 Protokollschichten und ihre Dienstmodelle 68
 - 1.5.1 Schichtenarchitektur 68
 - 1.5.2 Kapselung 74
- 1.6 Netzwerke unter Beschuss 76
- 1.7 Geschichte der Computernetzwerke und des Internets 81
 - 1.7.1 Die Entwicklung der Paketvermittlung: 1961/1972 81
 - 1.7.2 Proprietäre Netzwerke und Internetworking: 1972/1980 83
 - 1.7.3 Die Ausbreitung der Netzwerke: 1980/1990 84
 - 1.7.4 Die Internetexplosion: die 1990er Jahre 85
 - 1.7.5 Das neue Jahrtausend 86
- Interview mit Leonard Kleinrock 104

Kapitel 2 - Anwendungsschicht 107

- 2.1 Grundlagen der Netzwerkanwendungen 109
 - 2.1.1 Architektur von Netzwerkanwendungen 110
 - 2.1.2 Kommunikation zwischen Prozessen 112
 - 2.1.3 Transportdienste für Anwendungen 115
 - 2.1.4 Vom Internet erbrachte Transportdienste 117
 - 2.1.5 Anwendungsschichtprotokolle 121
 - 2.1.6 In diesem Buch behandelte Netzanwendungen 122
- 2.2 Das Web und HTTP 122
 - 2.2.1 Überblick über HTTP 123
 - 2.2.2 Nichtpersistente und persistente Verbindungen 125
 - 2.2.3 HTTP-Nachrichtenformat 128
 - 2.2.4 Benutzer-Server-Interaktion: Cookies 132
 - 2.2.5 Webcaching 134
 - 2.2.6 Conditional GET 138
- 2.3 Dateitransfer: FTP 140
 - 2.3.1 FTP-Befehle und -Antworten 141
- 2.4 E-Mail im Internet 142
 - 2.4.1 SMTP 145

Inhaltsverzeichnis

2.4.2 Vergleich mit HTTP	148
2.4.3 Mail-Nachrichtenformate	148
2.4.4 Mail-Zugriffsprotokolle	149
2.5 DNS der Verzeichnisdienst des Internets	153
2.5.1 Von DNS erbrachte Dienste	154
2.5.2 Überblick über die Arbeitsweise von DNS	156
2.5.3 Resource Records und DNS-Nachrichten	162
2.6 Peer-to-Peer-Anwendungen	167
2.6.1 Verteilung von Dateien mittels P2P	168
2.6.2 Verteilte Hash-Tabellen	174
2.7 Socketprogrammierung: Erstellen von Netzanwendungen	180
2.7.1 Socketprogrammierung mit UDP	181
2.7.2 Socketprogrammierung mit TCP	186
2.7.3 TCPCliet.py	188
Interview mit Marc Andreessen	206
Kapitel 3 - Transportschicht	209
3.1 Einführung und Transportschichtdienste	211
3.1.1 Beziehung zwischen Transport- und Netzwerkschicht	212
3.1.2 Überblick über die Transportschicht im Internet	214
3.2 Multiplexing und Demultiplexing	216
3.3 Verbindungslose Kommunikation: UDP	223
3.3.1 UDP-Segmentstruktur	227
3.3.2 UDP-Prüfsumme	227
3.4 Grundlagen des zuverlässigen Datentransfers	229
3.4.1 Aufbau eines zuverlässigen Datentransferprotokolls	231
3.4.2 Zuverlässige Datentransferprotokolle mit Pipelining	241
3.4.3 Go-Back-N (GBN)	244
3.4.4 Selective Repeat (SR)	249
3.5 Verbindungsorientierter Transport: TCP	255
3.5.1 Die TCP-Verbindung	255
3.5.2 TCP-Segmentstruktur	258
3.5.3 Schätzen der Rundlaufzeit und Timeouts	263
3.5.4 Zuverlässiger Datentransfer	266
3.5.5 Flusskontrolle	274

Inhaltsverzeichnis

3.5.6 TCP-Verbindungsverwaltung	276
3.6 Grundlagen der Überlastkontrolle	282
3.6.1 Ursachen und Kosten von Überlast	283
3.6.2 Ansätze zur Überlastkontrolle	288
3.6.3 Beispiel für netzwerkunterstützte Überlastkontrolle: ABR in ATM-Netzen	290
3.7 TCP-Überlastkontrolle	292
3.7.1 Fairness	302
Interview mit Van Jacobson	328
Kapitel 4 - Netzwerkschicht	331
4.1 Einführung	334
4.1.1 Weiterleitung und Routing	334
4.1.2 Dienstmodelle der Netzwerkschicht	338
4.2 Virtuelle Verbindungen und Datagrammnetzwerke	340
4.2.1 Netzwerke mit virtuellen Verbindungen	341
4.2.2 Datagrammnetzwerke	344
4.2.3 Ursprünge der VC- und Datagrammnetzwerke	346
4.3 Was steckt in einem Router?	347
4.3.1 Verarbeitung der Eingabe	350
4.3.2 Switching	352
4.3.3 Verarbeitung am Ausgangsport	354
4.3.4 Wo findet Queuing statt?	354
4.3.5 Die Routing-Steuerungsebene	359
4.4 Internet Protocol (IP): Weiterleiten und Adressieren im Internet	359
4.4.1 Datagrammformat	360
4.4.2 IPv4-Adressierung	366
4.4.3 Internet Control Message Protocol (ICMP)	380
4.4.4 IPv6	384
4.4.5 Ein kurzer Ausflug in die IP-Sicherheit	390
4.5 Routing-Algorithmen	391
4.5.1 Der Link-State-Routing-Algorithmus	395
4.5.2 Der Distanzvektor-Routing-Algorithmus (DV)	399
4.5.3 Hierarchisches Routing	407
4.6 Routing im Internet	412
4.6.1 Intra-AS-Routing im Internet: RIP	412

Inhaltsverzeichnis

4.6.2 Intra-AS-Routing im Internet: OSPF 416

4.6.3 Inter-AS-Routing: BGP 419

4.7 Broadcast- und Multicast-Routing 428

4.7.1 Broadcast-Routing-Algorithmen 428

4.7.2 Multicast 434

Interview mit Vinton G. Cerf 462

Kapitel 5 - Die Sicherungsschicht: Links, Zugangsnetze und LANs 465

5.1 Einführung in die Sicherungsschicht 467

5.1.1 Dienste der Sicherungsschicht 468

5.1.2 Wo ist die Sicherungsschicht implementiert? 470

5.2 Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturtechniken 471

5.2.1 Paritätsprüfungen 473

5.2.2 Prüfsummenmethoden 475

5.2.3 Cyclic Redundancy Check (CRC) 475

5.3 Protokolle und Links für Mehrfachzugriffe 478

5.3.1 Kanalaufteilungsprotokolle 480

5.3.2 Protokolle mit wahlfreiem Zugriff 482

5.3.3 Protokolle mit abwechselndem Zugriff 491

5.3.4 DOCSIS: das Sicherungsschichtprotokoll für Internetzugang via TV-Kabel 492

5.4 Lokale Netzwerke mittels Switches 494

5.4.1 Adressierung auf der Sicherungsschicht und ARP 495

5.4.2 Ethernet 502

5.4.3 Switches der Sicherungsschicht 508

5.4.4 Virtuelle lokale Netzwerke (VLANs) 514

5.5 Link-Virtualisierung ein Netzwerk als Sicherungsschicht 518

5.5.1 Multiprotocol Label Switching (MPLS) 519

5.6 Netzwerke in Rechenzentren 522

5.7 Rückblick: ein Tag im Leben einer Webseitenanfrage 527

5.7.1 Einstieg: DHCP, UDP, IP und Ethernet 528

5.7.2 Und weiter: DNS und ARP 530

5.7.3 Wir kommen der Sache näher: Intradomain-Routing zum DNS-Server 531

5.7.4 Nachrichtenaustausch zwischen Webclient und Webserver: TCP und HTTP 532

Interview mit Simon S. Lam 546

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 6 - Drahtlose und mobile Netzwerke 549

6.1 Einführung 551

6.2 Eigenschaften drahtloser Links und Netzwerke 555

6.2.1 CDMA 559

6.3 WLAN: IEEE 802.11 562

6.3.1 Die 802.11-Architektur 563

6.3.2 Das MAC-Protokoll von IEEE 802.11 567

6.3.3 Der IEEE-802.11-Rahmen 572

6.3.4 Mobilität im selben IP-Subnetz 575

6.3.5 Weiterführende Merkmale von 802.11 577

6.3.6 Personal Area Networks: Bluetooth und Zigbee 578

6.4 Internetzugang über zellulare Mobilfunknetze 581

6.4.1 Ein Überblick über die zellulare Netzarchitektur 581

6.4.2 Zellulare 3G-Datennetze: Erweiterung des Internets auf mobile Teilnehmer 584

6.4.3 Weiter gehts zu 4G: LTE 587

6.5 Grundlagen des Mobilitätsmanagements 588

6.5.1 Adressierung 592

6.5.2 Routing zu einem mobilen Knoten 593

6.6 Mobile IP 598

6.7 Umgang mit Mobilität in zellularen Mobilfunknetzen 603

6.7.1 Das Routing eines Anrufs an einen mobilen Benutzer 604

6.7.2 Handoff bei GSM 605

6.8 Auswirkung von drahtloser Kommunikation und Mobilität auf Protokolle höherer Schichten 609

Interview mit Deborah Estrin 619

Kapitel 7 - Multimedia-Netzwerke 621

7.1 Multimediale Netzwerkanwendungen 623

7.1.1 Eigenschaften von Videoanwendungen 623

7.1.2 Eigenschaften von Audioanwendungen 624

7.1.3 Verschiedene multimediale Netzanwendungen 626

7.2 Streaming von gespeichertem Video 628

7.2.1 UDP-Streaming 630

Inhaltsverzeichnis

- 7.2.2 HTTP-Streaming 631
- 7.2.3 Adaptives Streaming und DASH 636
- 7.2.4 Content-Distribution-Netzwerke 637
- 7.2.5 Fallstudien: Netflix, YouTube und Kankan 643

7.3 Voice-over-IP 647

- 7.3.1 Grenzen eines Best-Effort-Diensts 648
- 7.3.2 Jitter beim Audioempfänger beseitigen 650
- 7.3.3 Ausgleich von Paketverlusten 653
- 7.3.4 Fallstudie: VoIP mit Skype 657

7.4 Protokolle für dialogorientierte Echtzeitanwendungen 660

- 7.4.1 RTP 660
- 7.4.2 SIP 663

7.5 Netzunterstützung für Multimedia 669

- 7.5.1 Dimensionierung von Best-Effort-Netzwerken 671
- 7.5.2 Anbieten von mehreren Dienstklassen 673
- 7.5.3 DiffServ 683

7.6 Verbindungsorientierte Dienstgütegarantien:

Ressourcenreservierung und Rufzulassung 687

Interview mit Henning Schulzrinne 704

Kapitel 8 - Sicherheit in Computernetzwerken 707

8.1 Was bedeutet Netzwerksicherheit? 709

8.2 Grundlagen der Kryptografie 711

- 8.2.1 Kryptografie mit symmetrischen Schlüsseln 713
- 8.2.2 Public-Key-Verschlüsselung 719

8.3 Nachrichtenintegrität und digitale Unterschriften 726

- 8.3.1 Kryptografische Hash-Funktionen 727
- 8.3.2 Nachrichtenauthentifizierungscodes 728
- 8.3.3 Digitale Unterschriften 730

8.4 Endpunktauthentifizierung 737

- 8.4.1 Authentifizierungsprotokoll ap1.0 738
- 8.4.2 Authentifizierungsprotokoll ap2.0 738
- 8.4.3 Authentifizierungsprotokoll ap3.0 739
- 8.4.4 Authentifizierungsprotokoll ap3.1 740
- 8.4.5 Authentifizierungsprotokoll ap4.0 740

Inhaltsverzeichnis

8.5 Absichern von E-Mail 742

8.5.1 Sichere E-Mail 743

8.5.2 PGP 746

8.6 Absichern von TCP-Verbindungen: SSL 748

8.6.1 Überblick 749

8.6.2 Ein vollständigeres Bild 752

8.7 Netzwerkschichtsicherheit: IPsec und virtuelle private Netze 754

8.7.1 IPsec und virtuelle private Netze (VPN) 755

8.7.2 Authentication Header Protocol (AH) 756

8.7.3 Security Associations 757

8.7.4 Das IPsec-Datagramm 758

8.7.5 IKE: Schlüsselverwaltung bei IPsec 762

8.8 Absichern von Wireless LAN 763

8.8.1 Wired Equivalent Privacy (WEP) 763

8.8.2 IEEE 802.11i 766

8.9 Operative Sicherheit: Firewalls und Intrusion-Detection-Systeme 768

8.9.1 Firewalls 768

8.9.2 Intrusion-Detection-Systeme 776

Interview mit Steven M. Bellovin 793

Kapitel 9 - Netzwerkmanagement 795

9.1 Was bedeutet Netzwerkmanagement? 797

9.2 Die Infrastruktur des Netzwerkmanagements 801

9.3 Das Internet-Standard Management Framework 805

9.3.1 Structure of Management Information: SMI 807

9.3.2 Management Information Base (MIB) 810

9.3.3 SNMP-Protokollablauf 814

9.3.4 Sicherheit und Verwaltung 816

9.4 ASN.1 819

Interview mit Jennifer Rexford 827

Literatur 831

Register 873

Die Autoren

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Was bringt die sechste Auflage Neues?

Was ist das Besondere an diesem Lehrbuch?

Pädagogische Hinweise

Ergänzungen für Dozenten

Kapitelreihenfolge

Eine letzten Anmerkung: Wir würden gerne von Ihnen hören

Danksagungen

Vorwort zur deutschen Ausgabe

Kapitel 1 - Computernetzwerke und das Internet

1.1 Was ist das Internet?

1.1.1 Eine technische Beschreibung

1.1.2 Eine Dienstbeschreibung

1.1.3 Was ist ein Protokoll?

1.2 Der Netzwerkrand

1.2.1 Zugangsnetze

1.2.2 Trägermedien

1.3 Das Innere des Netzwerks

1.3.1 Paketvermittlung

1.3.2 Leitungsvermittlung

1.3.3 Netzwerk aus Netzen

1.4 Verzögerung, Verlust und Durchsatz in paketvermittelten Netzen

1.4.1 Überblick über Verzögerung in paketvermittelten Netzen

1.4.2 Warteschlangenverzögerung und Paketverlust

1.4.3 Ende-zu-Ende-Verzögerung

1.4.4 Durchsatz in Computernetzwerken

1.5 Protokollschichten und ihre Dienstmodelle

1.5.1 Schichtenarchitektur

1.5.2 Kapselung

Inhaltsverzeichnis

1.6 Netzwerke unter Beschuss

1.7 Geschichte der Computernetzwerke und des Internets

1.7.1 Die Entwicklung der Paketvermittlung: 1961/1972

1.7.2 Proprietäre Netzwerke und Internetworking: 1972/1980

1.7.3 Die Ausbreitung der Netzwerke: 1980/1990

1.7.4 Die Internetexplosion: die 1990er Jahre

1.7.5 Das neue Jahrtausend

Interview mit Leonard Kleinrock

Kapitel 2 - Anwendungsschicht

2.1 Grundlagen der Netzwerkanwendungen

2.1.1 Architektur von Netzwerkanwendungen

2.1.2 Kommunikation zwischen Prozessen

2.1.3 Transportdienste für Anwendungen

2.1.4 Vom Internet erbrachte Transportdienste

2.1.5 Anwendungsschichtprotokolle

2.1.6 In diesem Buch behandelte Netzanwendungen

2.2 Das Web und HTTP

2.2.1 Überblick über HTTP

2.2.2 Nichtpersistente und persistente Verbindungen

2.2.3 HTTP-Nachrichtenformat

2.2.4 Benutzer-Server-Interaktion: Cookies

2.2.5 Webcaching

2.2.6 Conditional GET

2.3 Dateitransfer: FTP

2.3.1 FTP-Befehle und -Antworten

2.4 E-Mail im Internet

2.4.1 SMTP

2.4.2 Vergleich mit HTTP

2.4.3 Mail-Nachrichtenformate

2.4.4 Mail-Zugriffsprotokolle

Inhaltsverzeichnis

2.5 DNS der Verzeichnisdienst des Internets

2.5.1 Von DNS erbrachte Dienste

2.5.2 Überblick über die Arbeitsweise von DNS

2.5.3 Resource Records und DNS-Nachrichten

2.6 Peer-to-Peer-Anwendungen

2.6.1 Verteilung von Dateien mittels P2P

2.6.2 Verteilte Hash-Tabellen

2.7 Socketprogrammierung: Erstellen von Netzanwendungen

2.7.1 Socketprogrammierung mit UDP

2.7.2 Socketprogrammierung mit TCP

2.7.3 TCPCClient.py

Interview mit Marc Andreessen

Kapitel 3 - Transportschicht

3.1 Einführung und Transportschichtdienste

3.1.1 Beziehung zwischen Transport- und Netzwerkschicht

3.1.2 Überblick über die Transportschicht im Internet

3.2 Multiplexing und Demultiplexing

3.3 Verbindungslose Kommunikation: UDP

3.3.1 UDP-Segmentstruktur

3.3.2 UDP-Prüfsumme

3.4 Grundlagen des zuverlässigen Datentransfers

3.4.1 Aufbau eines zuverlässigen Datentransferprotokolls

3.4.2 Zuverlässige Datentransferprotokolle mit Pipelining

3.4.3 Go-Back-N (GBN)

3.4.4 Selective Repeat (SR)

3.5 Verbindungsorientierter Transport: TCP

3.5.1 Die TCP-Verbindung

3.5.2 TCP-Segmentstruktur

3.5.3 Schätzen der Rundlaufzeit und Timeouts

3.5.4 Zuverlässiger Datentransfer

Inhaltsverzeichnis

3.5.5 Flusskontrolle

3.5.6 TCP-Verbindungsverwaltung

3.6 Grundlagen der Überlastkontrolle

3.6.1 Ursachen und Kosten von Überlast

3.6.2 Ansätze zur Überlastkontrolle

3.6.3 Beispiel für netzwerkunterstützte Überlastkontrolle: ABR in ATM-Netzen

3.7 TCP-Überlastkontrolle

3.7.1 Fairness

Interview mit Van Jacobson

Kapitel 4 - Netzwerkschicht

4.1 Einführung

4.1.1 Weiterleitung und Routing

4.1.2 Dienstmodelle der Netzwerkschicht

4.2 Virtuelle Verbindungen und Datagrammnetzwerke

4.2.1 Netzwerke mit virtuellen Verbindungen

4.2.2 Datagrammnetzwerke

4.2.3 Ursprünge der VC- und Datagrammnetzwerke

4.3 Was steckt in einem Router?

4.3.1 Verarbeitung der Eingabe

4.3.2 Switching

4.3.3 Verarbeitung am Ausgangsport

4.3.4 Wo findet Queuing statt?

4.3.5 Die Routing-Steuerungsebene

4.4 Internet Protocol (IP): Weiterleiten und Adressieren im Internet

4.4.1 Datagrammformat

4.4.2 IPv4-Adressierung

4.4.3 Internet Control Message Protocol (ICMP)

4.4.4 IPv6

4.4.5 Ein kurzer Ausflug in die IP-Sicherheit

4.5 Routing-Algorithmen

Inhaltsverzeichnis

4.5.1 Der Link-State-Routing-Algorithmus

4.5.2 Der Distanzvektor-Routing-Algorithmus (DV)

4.5.3 Hierarchisches Routing

4.6 Routing im Internet

4.6.1 Intra-AS-Routing im Internet: RIP

4.6.2 Intra-AS-Routing im Internet: OSPF

4.6.3 Inter-AS-Routing: BGP

4.7 Broadcast- und Multicast-Routing

4.7.1 Broadcast-Routing-Algorithmen

4.7.2 Multicast

Interview mit Vinton G. Cerf

Kapitel 5 - Die Sicherungsschicht: Links, Zugangsnetze und LANs

5.1 Einführung in die Sicherungsschicht

5.1.1 Dienste der Sicherungsschicht

5.1.2 Wo ist die Sicherungsschicht implementiert?

5.2 Fehlererkennungs- und Fehlerkorrekturtechniken

5.2.1 Paritätsprüfungen

5.2.2 Prüfsummenmethoden

5.2.3 Cyclic Redundancy Check (CRC)

5.3 Protokolle und Links für Mehrfachzugriffe

5.3.1 Kanalaufteilungsprotokolle

5.3.2 Protokolle mit wahlfreiem Zugriff

5.3.3 Protokolle mit abwechselndem Zugriff

5.3.4 DOCSIS: das Sicherungsschichtprotokoll für Internetzugang via TV-Kabel

5.4 Lokale Netzwerke mittels Switches

5.4.1 Adressierung auf der Sicherungsschicht und ARP

5.4.2 Ethernet

5.4.3 Switches der Sicherungsschicht

Inhaltsverzeichnis

5.4.4 Virtuelle lokale Netzwerke (VLANs)

5.5 Link-Virtualisierung ein Netzwerk als Sicherungsschicht

5.5.1 Multiprotocol Label Switching (MPLS)

5.6 Netzwerke in Rechenzentren

5.7 Rückblick: ein Tag im Leben einer Webseitenanfrage

5.7.1 Einstieg: DHCP, UDP, IP und Ethernet

5.7.2 Und weiter: DNS und ARP

5.7.3 Wir kommen der Sache näher: Intradomain-Routing zum DNS-Server

5.7.4 Nachrichtenaustausch zwischen Webclient und Webserver: TCP und HTTP

Interview mit Simon S. Lam

Kapitel 6 - Drahtlose und mobile Netzwerke

6.1 Einführung

6.2 Eigenschaften drahtloser Links und Netzwerke

6.2.1 CDMA

6.3 WLAN: IEEE 802.11

6.3.1 Die 802.11-Architektur

6.3.2 Das MAC-Protokoll von IEEE 802.11

6.3.3 Der IEEE-802.11-Rahmen

6.3.4 Mobilität im selben IP-Subnetz

6.3.5 Weiterführende Merkmale von 802.11

6.3.6 Personal Area Networks: Bluetooth und Zigbee

6.4 Internetzugang über zellulare Mobilfunknetze

6.4.1 Ein Überblick über die zellulare Netzarchitektur

6.4.2 Zellulare 3G-Datennetze: Erweiterung des Internets auf mobile Teilnehmer

6.4.3 Weiter gehts zu 4G: LTE

6.5 Grundlagen des Mobilitätsmanagements

6.5.1 Adressierung

6.5.2 Routing zu einem mobilen Knoten

Inhaltsverzeichnis

6.6 Mobile IP

6.7 Umgang mit Mobilität in zellularen Mobilfunknetzen

6.7.1 Das Routing eines Anrufs an einen mobilen Benutzer

6.7.2 Handoff bei GSM

6.8 Auswirkung von drahtloser Kommunikation und Mobilität auf Protokolle höherer Schichten

Interview mit Deborah Estrin

Kapitel 7 - Multimedia-Netzwerke

7.1 Multimediale Netzwerkanwendungen

7.1.1 Eigenschaften von Videoanwendungen

7.1.2 Eigenschaften von Audioanwendungen

7.1.3 Verschiedene multimediale Netzanwendungen

7.2 Streaming von gespeichertem Video

7.2.1 UDP-Streaming

7.2.2 HTTP-Streaming

7.2.3 Adaptives Streaming und DASH

7.2.4 Content-Distribution-Netzwerke

7.2.5 Fallstudien: Netflix, YouTube und Kankan

7.3 Voice-over-IP

7.3.1 Grenzen eines Best-Effort-Diensts

7.3.2 Jitter beim Audioempfänger beseitigen

7.3.3 Ausgleich von Paketverlusten

7.3.4 Fallstudie: VoIP mit Skype

7.4 Protokolle für dialogorientierte Echtzeitanwendungen

7.4.1 RTP

7.4.2 SIP

7.5 Netzunterstützung für Multimedia

7.5.1 Dimensionierung von Best-Effort-Netzwerken

7.5.2 Anbieten von mehreren Dienstklassen

7.5.3 DiffServ

Inhaltsverzeichnis

- 7.6 Verbindungsorientierte Dienstgütegarantien:
Ressourcenreservierung und Rufzulassung
Interview mit Henning Schulzrinne

Kapitel 8 - Sicherheit in Computernetzwerken

- 8.1 Was bedeutet Netzwerksicherheit?
- 8.2 Grundlagen der Kryptografie
 - 8.2.1 Kryptografie mit symmetrischen Schlüsseln
 - 8.2.2 Public-Key-Verschlüsselung
- 8.3 Nachrichtenintegrität und digitale Unterschriften
 - 8.3.1 Kryptografische Hash-Funktionen
 - 8.3.2 Nachrichtenauthentifizierungscodes
 - 8.3.3 Digitale Unterschriften
- 8.4 Endpunktauthentifizierung
 - 8.4.1 Authentifizierungsprotokoll ap1.0
 - 8.4.2 Authentifizierungsprotokoll ap2.0
 - 8.4.3 Authentifizierungsprotokoll ap3.0
 - 8.4.4 Authentifizierungsprotokoll ap3.1
 - 8.4.5 Authentifizierungsprotokoll ap4.0
- 8.5 Absichern von E-Mail
 - 8.5.1 Sichere E-Mail
 - 8.5.2 PGP
- 8.6 Absichern von TCP-Verbindungen: SSL
 - 8.6.1 Überblick
 - 8.6.2 Ein vollständigeres Bild
- 8.7 Netzwerkschichtsicherheit: IPsec und virtuelle private Netze
 - 8.7.1 IPsec und virtuelle private Netze (VPN)
 - 8.7.2 Authentication Header Protocol (AH)
 - 8.7.3 Security Associations
 - 8.7.4 Das IPsec-Datagramm
 - 8.7.5 IKE: Schlüsselverwaltung bei IPsec

Inhaltsverzeichnis

8.8 Absichern von Wireless LAN

8.8.1 Wired Equivalent Privacy (WEP)

8.8.2 IEEE 802.11i

8.9 Operative Sicherheit: Firewalls und Intrusion- Detection-Systeme

8.9.1 Firewalls

8.9.2 Intrusion-Detection-Systeme

Interview mit Steven M. Bellovin

Kapitel 9 - Netzwerkmanagement

9.1 Was bedeutet Netzwerkmanagement?

9.2 Die Infrastruktur des Netzwerkmanagements

9.3 Das Internet-Standard Management Framework

9.3.1 Structure of Management Information: SMI

9.3.2 Management Information Base (MIB)

9.3.3 SNMP-Protokollablauf

9.3.4 Sicherheit und Verwaltung

9.4 ASN.1

Interview mit Jennifer Rexford

Literatur

Register

Numerisch

1G-System 582

2G-System 582-583

3DES 717

3GPP 389, 584

3G-System 38, 582, 584

Kernnetz 585

3rd Generation Partnership Project siehe 3GPP

4G-System

LTE 587

WiMAX 588

Inhaltsverzeichnis

802.11

- Adressierung 573
- Architektur 563
- Assoziation 564
- Energiemanagement 578
- Kollisionserkennung 567
- MAC-Protokoll 567
- Mobilität 575
- Punkt-zu-Punkt-Link 572
- Rahmen 572
- Ratenanpassung 577
- Standards 562

A

AAC 625

ABR 283, 290, 340

- CI-Bit 291
- EFCI-Bit 291
- ER-Bit 292
- NI-Bit 291

Abramson, Norman 83, 486

Absenderauthentifizierung 743

Abstract Syntax Notation One siehe ASN.1

Access Control List siehe ACL

Access Point siehe Zugangspunkt

Account-Management 800, 805

ACK-Bit 259

ACK-Nachricht 233

- DHCP- 376, 529
- doppelte 237, 271

Acknowledgment 233

- kumulatives 260
- Piggyback- 263
- selektives 273

Inhaltsverzeichnis

- Sicherungsschicht 568
- Acknowledgment-Nummer 259
 - Telnet 261
- ACL 771-772
- Active Optical Network siehe AON
- Adaptives Streaming 628, 636, 644
- Additive-Increase, Multiplicative- Decrease siehe AIMD
- Address Resolution Protocol siehe ARP
- Ad-hoc-Netzwerk 553, 564
 - Bluetooth 579
 - mobiles 555
- Adleman, Leonard 721
- Adressaggregation 371, 414
- Adresse
 - Anycast- 384
 - LAN- 495
 - MAC- 495
 - MAC-Broadcast- 497
 - permanente 593
 - physikalische 495
 - Präfix 345, 370
 - Sicherungsschicht- 495
- Adressierung
 - ARP 495
 - klassenbezogene 372
 - Mobilität 592
 - Sicherungsschicht 495
- Adressindirektion 435
- Advanced Audio Coding siehe AAC
- Advanced Encryption Standard siehe AES
- Advertisement
 - BGP 422
 - OSPF 416

Inhaltsverzeichnis

RIP	413
AES	717
Agent Advertisement	599
Agent Discovery	599
Agent Solicitation	601
Aging Time	510
AH	757
AIMD	299
Aktives Warteschlangenmanagement	siehe AQM
Algorithmus	
binärer exponentieller Backoff-	490
Broadcast-Routing-	428
Diffie-Hellman-	725
Distanzvektor-	394, 399
Leaky-Bucket-	681
Link-Scheduling-	677
Link-State-	394-395
MD5-	728
Multicast-Routing-	428
Ratenerkennung	636
Routing-	334
RSA	721
Scheduling-	677
SHA-1	728
von Dijkstra	395
von Prim	395
ALOHA	485
Effizienz	485
ALOHAnet	83, 486
Alternierendes-Bit-Protokoll	240
Anchor Foreign Agent	598
Anchor-MSD	607
Andreessen, Marc	85, 206

Inhaltsverzeichnis

Angriff

- Ausnutzen von Schwachstellen 78
- Bandwidth-Flooding 78
- Connection-Flooding 78
- DDoS- 166
- Denial-of-Service- 280
- durch Verbindungswiederholung 753
- IP-Spoofing 80
- Jolt2 366
- Man-in-the-Middle- 751, 761
- mit bekanntem Klartext 714
- mit wählbarem Klartext 714
- Nur-Chiffretext- 714
- Paket-Sniffer 79, 102
- Playback- 740
- Replay- 417, 753, 755, 761
- Switch-Poisoning- 512
- SYN-Flood- 280
- Truncation- 754

Anwendung

- bandbreitenempfindliche 116
- elastische 116
- verlusttolerante 116
- verteilte 26

Anwendungsarchitektur 110

Anwendungsgateway 769, 773

Anwendungsschichtprotokoll 121

Anwendungsverzögerung 64

Anycast-Adresse 384

AON 35

AP siehe Zugangspunkt

API 26, 114

Application Programming Interface siehe API

AQM 357

Inhaltsverzeichnis

Architektur

- AON 35

- Client-Server- 110

- P2P- 110

- PON 35

Area-Border-Router 418

ARP 495, 498, 530

- Anfragenachricht 530

- Antwort 531

- Paket 499

- Tabelle 499

ARPAnet 82, 256

ARQ-Protokoll 233

AS 408

- Backbonebereich 418

- Nummer 422

- PATH-Attribut 422

- Stub 422

ASN.1 807, 811, 819

- Datentypen 822

- Objektkennzeichnungsbaum 811

Association-Request-Rahmen 566

Assoziation 564-565

Asynchronous Transfer Mode siehe ATM

ATM 283, 290

- ABR 340

- CBR 339

- RM-Zelle 291

- Switch 290

- Zelle 290

Audio

- Eigenschaften 624

- FEC 654

- Fehlerverdeckung 656

Inhaltsverzeichnis

Interleaving 655

Sampling 624

Audiokompression

AAC 625

MP3 625

Ausbreitungsverzögerung 56-57

Ausgangswarteschlange 44

Authentication Header Protocol siehe AH

Authentifizierung

Absender- 743

Empfänger- 743

Ende-zu-Ende- 80

Endpunkt- 709, 737

MD5- 417, 728

Passwort 739

Quellen- 391, 755

Authentifizierungsprotokoll 737

Authentifizierungsschlüssel 729

Automatic Repeat reQuest siehe ARQ

Autonomes System siehe AS

Available-Bitrate-Dienst siehe ABR

B

Backbonebereich 418

Bandwidth Provisioning 672

Bandwidth-Flooding-Angriff 78

Baran, Paul 82

Base Station Controller siehe BSC

Base Station System siehe BSS

Base Transceiver Station siehe BTS

Basic Encoding Rule siehe BER

Basic Service Set siehe BSS

Basisstation 553, 563

Inhaltsverzeichnis

Beacon-Rahmen	565
Bellman-Ford-Gleichung	399
Bellovin, Steven M.	793
BER (Basic Encoding Rule)	822
BER (Bit Error Rate)	557
Berkeley Internet Name Domain	siehe BIND
Berners-Lee, Tim	85
Bestätigung, kumulative	247
Best-Effort-Dienst	215, 339, 648, 670
Best-Effort-Netzwerk, Dimensionierung	671
Betriebszentrale	siehe NOC
BGP	419, 531-532
AS-PATH	422
Grundlagen	419
Hot-Potato-Routing	424
NEXT-HOP	422
Peer	420
Pfadattribut	422
Route	422
Routenauswahl	424
Routing-Policy	425
BGP, externes	siehe eBGP
BGP, internes	siehe iBGP
BGP-Sitzung	420
externe	420
interne	420
Bhatia, Sabeer	144
Big-Endian-System	820
Binärer exponentieller Backoff- Algorithmus	490
BIND	154
Bit Error Rate	siehe BER
Bitfehler	471

Inhaltsverzeichnis

- unentdeckter 472
- Bitfehlerrate 556
- BITNET 84
- Bitrate 623
- BitTorrent 172, 787
- Bladeserver 523
- Blockchiffre 715
- Bluetooth 579
- Boggs, David 84, 502, 506
- Border Gateway Protocol siehe BGP
- Border-Router 523
- Bosak, Len 351
- Botnet 77
- Bring-Home-Entwurf 638
- Broadcast-Algorithmus 395, 433
- Broadcasting
 - Gnutella 433
 - LSA 434
 - Spannbaum 431
- Broadcast-Link 478
- Broadcast-Routing 428
 - Fluten 429
 - N-Wege-Unicast 428
- Broadcast-Sequenznummer 430
- Broadcast-Sturm 430
- BSC 584
- BSS (Base Station System) 584
- BSS (Basic Service Set) 563
- BTS 583
- Buffered Distributor 507
- Burst-Fehler 473
- Bush, Vannevar 85

Inhaltsverzeichnis

C

CA 735

Cable Modem Termination System siehe CMTS

Care-of-Adresse 593

Carrier Sense Multiple Access siehe CSMA

Carrier Sensing 487

Cäsar-Chiffre 713

CBC siehe Cipher-Block Chaining

CBR 339

CDMA 482, 559

CDN 138, 637-638

- Betrieb 640

- Bring-Home-Entwurf 638

- Cluster-Auswahlstrategie 641

- Drittanbieter 638, 644

- Enter-Deep-Entwurf 638

- IP-Anycast 642

- privates 638, 646

Cerf, Vinton 83, 256, 582

Chiffre 713

- Block- 715

- Cäsar- 713

- monoalphabetische 713

- polyalphabetische 714

- Strom- 715

Chiffretext 712

Chipping-Rate 559

Choke-Paket 289

Churn 179

CI-Bit 291

CIDR 370, 529

Cipher-Block Chaining 717, 818

Inhaltsverzeichnis

Clark, Jim 85, 206
Classless Interdomain Routing siehe CIDR
Clear-to-Send siehe CTS
Client 31, 110
Client-Anwendungspuffer 629, 632
Client-Prozess 113, 256
Client-Server-Architektur 110
Cluster-Auswahlstrategie 641
CMISE/CMIP 803
CMTS 35, 493
COA siehe Care-of-Adresse
Code Division Multiple Access siehe CDMA
Codemultiplexverfahren siehe CDMA
Cohen, Bram 168
Common Management Information Services Element/Protocol siehe
CMISE/CMIP
Conditional GET 138
Congestion Avoidance 298
Congestion Window 292
Congestion-Indication-Bit siehe CI-Bit
Connection Reversal 379
Connection-Flooding-Angriff 78
Connection-Request-Nachricht 29
Constant Bit Rate siehe CBR
Content-Distribution-Netzwerk siehe CDN
Content-Provider 52
Content-Provider-Netz 54
Cookie 132, 280
Correspondent 591
Correspondent Agent 597
Countdown-Timer 239

Inhaltsverzeichnis

CRC 475

Generator 476

CRC-32 477

Crossbar 357

CSMA 482, 487

mit Kollisionserkennung siehe CSMA/CD

CSMA with Collision Avoidance siehe CSMA/CA

CSMA/CA 567

CSMA/CD 487-488

Effizienz 491

CSNET 84

CTS 571

Cyclades 83

D

DARPA 83

DASH 636

Manifest-Datei 636

Data Encryption Standard siehe DES

Datagramm 72, 215

Analyse 383

Format 360

Fragmentierung 363

IPsec 755, 758

IPv4 360

IPv6 384

Netzwerk 341, 344

verkapseln 594

Data-Over-Cable Service Interface Specification siehe DOCSIS

Datenfeld 76

Datenintegrität 755

Datenpaket, doppeltes 239

Datentransfer

Inhaltsverzeichnis

- bidirektionaler 231
- unidirektionaler 231
- verbindungsorientierter 255
- zuverlässiger 215, 266
- Datenverbindung 140
- Davies, Donald 82
- DDoS-Angriff 166
- Deep Packet Inspection 776
- Default Name Server 159
- Demilitarized Zone siehe DMZ
- Demultiplexing 215-217, 529
 - verbindungsloses 218
 - verbindungsorientiertes 220
- Denial-of-Service-Angriff siehe DoS- Angriff
- DES 717
- Dezimalpunktformat 367
- DHCP 373
 - ACK-Nachricht 376, 529
 - Discover-Nachricht 376
 - Lease Time 376
 - Offer-Nachricht 376
 - Relay Agent 375
 - Request-Nachricht 376, 529
- DHT 175
 - ringförmige 177
- DIAMETER-Protokoll 767
- Dienst
 - Best-Effort- 339
 - Sicherungsschicht 468
 - unzuverlässiger 215
 - verbindungsorientierter 118
 - zuverlässiger 118
- Dienstgütegarantie 671

Inhaltsverzeichnis

- harte 671
- Ressourcenreservierung 689
- Rufzulassung 687, 689
- verbindungsorientierte 687
- weiche 671
- Dienstmodell 70
- Differentiated Services siehe DiffServ
- Diffie-Hellman-Algorithmus 725
- Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch 720
- DiffServ 670, 683
 - Dienstmodell 687
 - Paketklassifikation 684
 - Verkehrsmessung 686
 - Verkehrsüberwachung 684
 - Weiterleitung 684
- DIFS 569
- Digital Subscriber Line Access Multiplexer siehe DSLAM
- Digital Subscriber Line siehe DSL
- Digitale Unterschrift 730
- Dijkstra, Edsger W. 395
- Direct Sequence Wideband CDMA siehe DS-WCDMA
- Distance Vector Multicast Routing Protocol siehe DVMRP
- Distanzvektor 400
 - aktualisieren 400
- Distanzvektor-Algorithmus 394, 399, 401
 - Kostenänderung 404
 - Leitungsausfall 404
 - Poisoned Reverse 405
 - Routing-Schleife 405
- Distanzvektor-Protokoll 402
 - RIP 412
- Distributed Hash Table siehe DHT
- Distributed Inter-Frame Spacing siehe DIFS

Inhaltsverzeichnis

DMZ 778

DNS 153, 224

- Anfrage, iterative 161
- Anfrage, rekursive 161
- Anfragenachricht 530
- Angreifbarkeit 166
- Antwort 532
- autoritativer Server 157
- Caching 161
- Datensatz 162
- DDoS-Angriff 166
- Dienste 154
- Hierarchie 157
- Lastverteilung 156
- Man-in-the-Middle-Angriff 166
- Nachricht 163
- Poisoning-Angriff 166
- Reflection-Angriff 167
- Registrar 165
- Resource Record 162, 531
- Root-Server 157, 373
- TLD-Server 157

DNS-Protokoll 530

DNS-Server 154

- autoritativer 531
- lokaler 159

DOCSIS 492

Domain Name System siehe DNS

DoS-Angriff 77-78, 280

- verteilter 78

Drahtloser Internetzugang 38

Drahtloses Netz

- Ad-hoc-Netz 553
- Basisstation 553

Inhaltsverzeichnis

Handoff	553
Infrastruktur	554
Infrastrukturmodus	553
Link	552
Multi-Hop	555
Sendemast	553
Single-Hop	555
Zugangspunkt	553
Dreieck-Routing-Problem	596
Drei-Wege-Handshake	126, 257, 277, 532
Drittanbieter-CDN	638, 644
Drop-tail	357
DSL	33
DSLAM	33
DS-WCDMA	586
Dual-Stack-Ansatz	387
Durchsatz	116, 284
Ende-zu-Ende	64
momentaner	65
Durchsatz, garantierter	116
DV-Algorithmus	siehe Distanzvektor- Algorithmus
DVMRP	440
Dynamic Host Configuration Protocol	siehe DHCP
Dynamisches adaptives Streaming	siehe DASH

E

EAP	767
EAP over LAN	siehe EAPoL
EAPoL	767
eBGP	420
Echtzeitmessung	641
EDC	471
EFCI-Bit	291

Inhaltsverzeichnis

Ein-Bit-Parität 473

Eingangssocket 187

E-Mail 142

- Absenderauthentifizierung 743

- Empfängerauthentifizierung 743

- Mailserver 143

- Nachrichtenformat 148

- Postfach 144

- Programm 143

- SMTP 143

- webbasierte 153

- Zugriffsprotokoll 149

Empfängerauthentifizierung 743

Empfangsfenster 274

EMS 750

Encapsulation Security Payload Protocol siehe ESP

Encrypted Master Secret siehe EMS

Ende-zu-Ende-Authentifizierung 80

Ende-zu-Ende-Durchsatz 64

Ende-zu-Ende-Prinzip 228

Ende-zu-Ende-Verbindung 47

Ende-zu-Ende-Verzögerung 62

- VoIP 649

Endlicher Automat 231

Endpunktauthentifizierung 709, 737

Endsystem 24, 31

Endsystemverzögerung 64

Engpassleitung 66, 302

Enter-Deep-Entwurf 638

Entschlüsselungsalgorithmus 712

EPC 587

ER-Bit 292

Inhaltsverzeichnis

Error Detection and Correction siehe EDC

ESP 757

ESP-Trailer 759

Estrin, Deborah 619

Ethernet 36, 502

- Bus-Topologie 502

- Gigabit- 507

- Rahmen 503

- Rückblick 506

- Standard 506

- Sterntopologie 503

- Switch 503

- Technologien 506

Evolved Packet Core siehe EPC

EWMA 264

Explicit-Forward-Congestion-Indication- Bit siehe EFCI-Bit

Explicit-Rate-Feld siehe ER-Bit

Exponentiell gewichteter gleitender Durchschnitt siehe EWMA

Extensible Authentication Protocol siehe EAP

F

Fading 556, 558

Fairness

- TCP 302

- UDP 304

Fast Recovery 298

Fast Retransmit 264, 271

FCFS 677

FDM 48, 481

- 2G-System 583

FEC 474, 654

Fehlererkennung 233, 469, 471

Fehlerkorrektur 469, 471

Inhaltsverzeichnis

Fehlermanagement 799, 805
Fehlerverdeckung 656
FFD 580
FHSS 579
Fiber to the Home siehe FTTH
FIFO 677
 Warteschlange 678
File Transfer Protocol siehe FTP
Filter 509
 Sicherheitsschicht 509
Firewall 383, 710, 768
First In First Out siehe FIFO
First-Come-First-Served siehe FCFS
First-Hop-Netz, drahtloses 586
First-Hop-Router 392
Flow 385
Flusskontrolle 274
Fluten 429
 kontrolliertes 430
 mit beschränkter Reichweite 433
 RPF 430
 sequenznummerkontrolliertes 430
Foreign Address siehe Care-of-Adresse
Foreign Agent 591
Foreign Network siehe Netz, besuchtes
Forward Error Correction siehe FEC
Fragmentierung
 Datagramm 363
 IPv6 386
Frame-Relay 337
Framing 468
Frequency-Hopping Spread Spectrum siehe FHSS

Inhaltsverzeichnis

Frequenzmultiplexverfahren siehe FDM

FSM 231

FTP 140

- Antwort 141

- Befehl 141

- Datenverbindung 140

- Kontrollverbindung 140

- Zustandsinformation 141

FTTH 35

Full Function Device siehe FFD

Funkverbindung 41

Funkzugangsnetz 586

- LTE 587

G

Gateway GPRS Support Node siehe GGSN

Gateway Mobile Services Switching Center siehe GMSC

Gateway-Router 408

GBN siehe Go-Back-N

Generalized Packet Radio Service siehe GPRS

Generator 476

Geostationärer Satellit siehe LEO

GET-Nachricht 29

GGSN 586

Gigabit-Ethernet 507

Glasfaser 40

Global System for Mobile Communications siehe GSM

GMSC 603

Gnutella

- Broadcasting 433

- Protokoll 430

Go-Back-N-Protokoll 244, 273

GPRS 586

Inhaltsverzeichnis

Graph 392

Nachbar 393

Groupe Spécial Mobile siehe GSM

GSM 581

Handoff 605

H

Handoff 553, 605

Handshake 118, 146, 750

Drei-Wege- 257

SSL 752

Hash-Funktion 175

kryptografische 727

Hash-Tabelle, verteilte siehe DHT

Header

ESP-Trailer 759

MPLS 520

TCP 257

Header-Feld 76

Header-Prüfsumme 362

IPv6 386

Header-Zeile 128

Head-of-Line-Blockade siehe HOL- Blockade

Heap 397

Heimatnetz 591

GSM 603

HFC 34, 466

Hidden-Terminal-Problem 558, 570

High Speed Packet Access siehe HSP

HLR 603

HMAC 730

HOL-Blockade 358

Home Agent 591

Inhaltsverzeichnis

- Home Location Register siehe HLR
- Home Network siehe Heimatnetz
- Home Public Land Mobile Network siehe Home-PLMN
- Home-MSC 603
- Home-PLMN 603
- Hop-Distanz 412
- Host 24, 31
 - drahtloser 552
- Host Aliasing 155
- Hostname 154
 - Alias 155
 - kanonischer 155
- Hot-Potato-Routing 410, 424
- Hotspot 554
- HSP 586
- HTML, Basis-Datei 123
- HTTP 121, 123
 - Conditional GET 138
 - Entity-Body 130
 - GET-Nachricht 532
 - Header-Feld Range 635
 - Header-Zeile 130
 - Nachrichtenformat 128
 - nichtpersistente Verbindung 125
 - persistente Verbindung 125
 - Request 123, 128, 530
 - Response 123, 130, 533
 - Statusnachricht 131
 - Statuszeile 130
- HTTP-Streaming 628, 631, 646
- Hub 503
- Hybrid Fiber Coax siehe HFC
- Hypertext Transfer Protocol siehe HTTP

Inhaltsverzeichnis

I

iBGP 420

ICANN 165, 373

ICMP 380

IPv6 siehe ICMPv6

Nachricht 381

Ping-Programm 381

Traceroute 382

ICMPv6 387

IDS siehe Intrusion-Detection-System

IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee 26

IEEE 802.11i 766

IEEE-Standard

802.11 37, 562

802.11a 562

802.11a/b/g 562

802.11a/g 562

802.11b 556, 562

802.11g 562

802.11i 567

802.11n 563

802.15.1 578-579

802.15.4 578, 580

802.16 578

802.1Q 517

802.3 506

802.3z 507

802.5 492

IETF 736

IGMP 387, 436

Multicasting 436

IKE 762

IMAP 150, 152

Inhaltsverzeichnis

Import Policy 424

In-band 141

Infrastrukturmodus 553

Infrastruktur-Wireless-LAN 564

Initialisierungsvektor siehe IV

Instant Messaging 86

Inter-AS-Routing

- BGP 419

- Protokoll 410

Interdomain-Protokoll 531

Interior-Gateway-Protokoll 412

Interleaving 654-655

International Organization for Standardization siehe ISO

International Telecommunication Union siehe ITU

Internet

- Protokoll 25, 27

- Protokollschichten 71

- Protokollstapel 71

- Transportdienst 117

Internet Control Message Protocol siehe ICMP

Internet Corporation for Assigned Names and Numbers siehe ICANN

Internet der Dinge 30

Internet Group Management Protocol siehe IGMP

Internet Key Exchange siehe IKE

Internet Mail Access Protocol siehe IMAP

Internet Protocol siehe IP

Internet Service Provider siehe ISP

Internetblase 86

Internetdienstanbieter siehe ISP

Internetknoten 54

Internetprüfsumme 475

Internetstandard 26

Inhaltsverzeichnis

Internettelefonie 627, 647

Internetting 83

Internetverzögerung 137

Internetzugang

- 3G 38

- drahtloser 37

- DSL 33

- Ethernet 36

- FTTH 35

- LTE 38

- via TV-Kabel 34

Interprozesskommunikation 112

Intra-AS-Routing

- OSPF 416

- Protokoll 408

- RIP 412

Intradomain-Protokoll 531

Intrusion-Detection-System 383, 710, 768, 776

- anomaliebasiertes 778-779

- signaturbasiertes 778

- Snort 779

Intrusion-Prevention-System 383, 768, 777

IP 25, 215, 359

- Fragmentierung 363

IP Security siehe IPsec

IP-Adresse 115, 154

- Format 367

- temporäre 374

IP-Anycast 642

IP-Datagramm 529

IP-Netzwerk 368

IPng siehe Next-Generation-IP-Projekt

IPS siehe Intrusion-Prevention-System

Inhaltsverzeichnis

IPsec 390, 754

 Datagramm 758

 Transportmodus 758

 Tunnelmodus 758

IP-Sicherheit 390

IP-Spoofing 80

IP-Subnetz

 Adressierung 368

 Mobilität 575

IPv4

 Adressierung 366

 Datagrammformat 360

 Übergang zu IPv6 387

IPv6 384

 Datagrammformat 384

 Flow 385

 Header-Prüfsumme 386

IS-IS 412, 416, 531

ISO 74

ISP 25

 regionaler 53

 Tier-1 53

ISP-Freundlichkeit 112

ITU 736

IV 719

IXP siehe Internetknoten

J

Jacobson, Van 328

Jitter 650

Jolt2-Angriff 366

K

Kahn, Robert 83, 256, 582

Inhaltsverzeichnis

Kanalaufteilungsprotokoll 480
Kanalauslastung 242
Kapselung 75
KDC 787
Key Distribution Center siehe KDC
Killeranwendung 86
Klartext 712
Kleinrock, Leonard 82, 104
Knoten 467
 aktiver 483
Koaxialkabel 40
Kollisionserkennung 487, 567
Kommunikation
 logische 211
 sichere 709
Kommunikationsleitung 24
Konfigurationsmanagement 800, 805
Kontrollverbindung 140
Kryptografie, Komponenten 712

L

Label-Switched Router 520
Lam, Simon S. 546
LAN 36
 Adresse 495
 drahtloses 38
 Ethernet 502
 Probleme 515
Last, angebotene 285
Lastverteilung 156
LCD 818
Leaky-Bucket-Algorithmus 681
Lease Time 376

Inhaltsverzeichnis

- Leistungsmanagement 799, 805
- Leitung 47
 - virtuelle siehe VC
- Leitungsstatus-Advertisement siehe LSA
- Leitungsvermittlung 47
- LEO 41
- Lerner, Sandy 351
- Licklider, J. C. R. 82
- Linecard 348
- Link 467
 - Broadcast- 478
 - drahtloser 552
 - Punkt-zu-Punkt- 478
- Link-Scheduling-Algorithmus 677
- Link-State-Algorithmus 394-396
- Link-State-Broadcast-Algorithmus 395
- Link-State-Protokoll 332
 - OSPF 416
- Link-Virtualisierung 518
- Little-Endian-System 820
- Load Balancer 524
- Local Area Network siehe LAN
- Local Configuration Datastore siehe LCD
- Local-Recovery-Protokoll 610
- Long Term Evolution siehe LTE
- Longest-Prefix-Match 346
- Loss-Recovery-Methode 653
- LSA 434
- LS-Algorithmus siehe Link-State-Algorithmus
- LTE 38, 587
 - Funkzugangsnetz 587
- LTE-Advanced 588

Inhaltsverzeichnis

M

- MAC (Code) 729
- MAC (Medium Access Control) 469
- MAC-Adresse 495
- MAC-Broadcast-Adresse 497
- MAC-Protokoll 567
- Mailserver 143
- Mailserver Aliasing 156
- Malware 77
 - selbstreplizierende 77
 - Viren 77
 - Wurm 77
- Management Information Base siehe MIB
- MANET 555
- Manifest-Datei 636
- Man-in-the-Middle-Angriff 166, 751, 761
- MAP-Nachricht 493
- Master Secret 750, 753
- Maximale Segmentgröße siehe MSS
- Maximale Übertragungseinheit siehe MTU
- MBone 439
- MD5 728
- MD5-Authentifizierung 417
- MDC 527
- Medienzugriff
 - ALOHA 485
 - Carrier Sensing 487
 - CDMA 482
 - CSMA 487
 - CSMA/CD 488
 - FDM 481
 - Kabelzugangsnetz 492

Inhaltsverzeichnis

- Kollisionserkennung 487
- Polling-Protokoll 491
- Slotted ALOHA 482
- TDM 480
- Token-Passing-Protokoll 492
- Medienzugriffsprotokoll 469, 479
 - Kanalaufteilung 480
 - Kategorien 480
 - mit abwechselndem Zugriff 480, 491
 - mit wahlfreiem Zugriff 480, 482
- Medium Access Control siehe MAC
- Mehrfachzugriffsproblem 469, 478
- Mehrwegeausbreitung 556
- Mesh-Netzwerk 555
- Message Authentication Code siehe MAC (Code)
- Messfunktion 686
- Metcalf, Bob 84, 486, 502, 506
- MIB 803, 806, 810
 - Modul 806, 810
 - Objekt 806
- MIMO 563
 - Antenne 587
- Minitel-System 84
- Mobile Ad hoc Network siehe MANET
- Mobile IP
 - Agent Advertisement 599
 - Agent Discovery 599
 - Agent Solicitation 601
 - Registrierung 601
- Mobile Station Roaming Number siehe MSRN
- Mobile Switching Center siehe MSC
- Mobile-User-Location-Protokoll 597
- Modular Data Center siehe MDC

Inhaltsverzeichnis

MOSPF 417

MP3 625

MPEG 1 Layer 3 siehe MP3

MPLS 519

- Header 520

- Verkehrsplanung 521

- VPN 522

MSC 584

MSDP 441

MSRN 604

MSS 257

MTU 257, 363

Multicast Source Discovery Protocol siehe MSDP

Multicast-Baum 438

- gemeinsam genutzter 439

- Join-Nachricht 439

- Pruning 439

- quellenspezifischer 439

Multicast-Gruppe 435

Multicasting 434

- Adressindirektion 435

- IGMP 436

- MBone 439

- quellenspezifisches 440

- Routing-Algorithmus 438

Multicast-Routing 428

- MOSPF 417

Multihomed-Stub-Netzwerk 426

Multihoming 54

Multi-Hop-Netzwerk 555

Multimedia-Anwendung

- Klassifikation 626

- verlusttolerante 627

Inhaltsverzeichnis

verzögerungsempfindliche 627

Multiple-Input-Multiple-Output siehe MIMO

Multiplexing 215-217

in leitungsvermittelten Netzen 48

verbindungsloses 218

verbindungsorientiertes 220

Multiprotocol Label Switching siehe MPLS

N

Nachricht 72

ACK- 233, 237, 271, 376, 529

Redirect- 669

Refresh-Register- 668

Reply- 29

Request- 123, 128, 376

Response- 123, 130, 413

Signalisierungs- 344

SIP-Acknowledgment- 669

Trap- 814

Tree-Join- 432

Nachrichtenaustausch 113

Nachrichtenintegrität 709, 726

E-Mail 743

Nachrichtenwarteschlange 144

NAK 233

NAT 377

NAT Traversal 379

NAT-Übersetzungstabelle 378

Negative Acknowledgment siehe NAK

Nelson, Ted 85

Network Dimensioning siehe Netzdimensionierung

Network Interface Card siehe Netzwerkkarte

Network Operations Center siehe NOC

Netz

Inhaltsverzeichnis

besuchtes	591, 603
paketvermitteltes	24, 43
privates	755
Netzarchitektur	110
2G-System	583
3G-System	585
zellulare	581
Netzdimensionierung	670-671
Netzwerkadapter	470
Netzwerk-Dienstmodell	338
Netzwerkflussproblem	407
Netzwerkkarte	470
Netzwerkmanagement	
Agent	803
Bereiche	799
Definition	801
Infrastruktur	801
Protokoll	803
Netzwerkprotokoll	29
Neuübertragung	265
Next-Generation-IP-Projekt	384
NEXT-HOP-Attribut	422
NI-Bit	291
NIC siehe Netzwerkkarte	
nmap	221, 282
NOC	796, 802
No-Increase-Bit siehe NI-Bit	
Nonce	741, 753
NSFNET	84
nslookup	164
Nur-Chiffretext-Angriff	714
N-Wege-Unicast-Routing	428

Inhaltsverzeichnis

O

- OC 40
- OFDM 587
- OLT 36
- ONT 36
- Open Shortest Path First siehe OSPF
- Open Systems Interconnection siehe OSI
- Optical Carrier siehe OC
- Optical Line Terminal siehe OLT
- Optical Network Terminator siehe ONT
- Orthogonal Frequency Division Multiplexing siehe OFDM
- OSI-Modell 74
- OSPF 412, 416, 531
 - Advertisement 416
 - AS-Bereich 418
 - Backbonebereich 418
 - Gewichte 418
 - Multicast-Routing siehe MOSPF
 - Sicherheit 417
- Out-of-band 141
- Overlay-Netz 177

P

- P2P 111
 - Anreiz 112
 - Architektur 110
 - BitTorrent 172
 - Churn 179
 - Filesharing 86, 110
 - Selbstskalierbarkeit 112
 - Sicherheit 112
 - Skalierbarkeit 168
 - Streaming 647
 - Verteilung von Dateien 168

Inhaltsverzeichnis

- Verteilungszeit 168
- Paging 584
- Pairwise Master Key siehe PMK
- Paket 24, 43
 - Choke- 289
 - verlorenes 62
- Paketduplikat 235
- Paketfilter 769
 - traditioneller 769
 - zustandsbasierter 769, 772
- Paketierungsverzögerung 543
- Paketlebensdauer 255
- Paketmarkierung 675
- Paket-Scheduler 356
- Paket-Sniffer 79, 102
- Paket-Switch 24, 43, 337
- Paketverlust 45, 62, 355
 - Ausgleich 653
 - VoIP 648
- Paketvermitteltes Netz 43
 - Verzögerung 63-64
- Paketzustellung
 - Garantien 338
- Paketzustellung, garantierte 72, 116
- PAN 578
 - Bluetooth 579
 - Zigbee 580
- Parität 473
 - zweidimensionale 473
- Paritätsbit 473
- Paritätsprüfung 473
- Passive Optical Network siehe PON

Inhaltsverzeichnis

Passwortauthentifizierung 739
PCM 625
Peer 111, 167
Peer-to-Peer siehe P2P
Per-Hop-Verhalten siehe PHB
Personal Area Network siehe PAN
Pfad 24, 393
 kostengünstigster 393
PGP 743, 746
PHB 684, 686
 Assured-Forwarding- 687
 Expedited-Forwarding- 686
Piconet 579
Piggyback-Bestätigung 263
PIM 440
Ping-Programm 381
Pipelining 241, 244
PKI siehe Public-Key-Infrastruktur
Playback-Angriff 740
Plug-and-Play-Gerät 511
Plug-and-Play-Protokoll 374
PMK 767
Point-to-Point Protocol siehe PPP
Poisoned Reverse 405
Poisoning-Angriff 166
Polling-Protokoll 491
Polynomcode 475
PON 35
PoP 53
POP3 150
Portnummer 115, 182, 218

Inhaltsverzeichnis

- wohlbekannte 218
- Port-Scanning 221, 282
- Post Office Protocol Version 3 siehe POP3
- Pouzin, Louis 83
- PPP 73
- Präfix 345, 370, 421
- Präsentationsdienst 820
- Prefetching 632
- Pre-Master Secret 753
- Pretty Good Privacy siehe PGP
- Prioritätswarteschlange 678
- Probe-Request-Rahmen 566
- Programmierschnittstelle siehe API
- Programmierung
 - ereignisbasierte 249
 - Socket- 180
- Protocol Independent Multicast siehe PIM
- Protokoll
 - AH- 757
 - ALOHA- 485
 - Alternierendes-Bit- 240
 - ARP 495, 498, 530
 - ARQ- 233
 - Authentifizierungs- 737
 - BGP 419, 531-532
 - CDMA- 559
 - CSMA- 482
 - CSMA/CD- 488
 - DIAMETER 767
 - DNS- 530
 - EAP 767
 - ESP 757
 - Ethernet 502

Inhaltsverzeichnis

Gnutella 430
Go-Back-N- 244, 273
IKE- 762
Inter-AS-Routing 410
Interdomain- 531
Interior-Gateway- 412
Intra-AS-Routing 408
Intradomain- 531
IP 359
IS-IS 531
Kanalaufteilungs- 480
Local-Recovery- 610
Medienzugriffs- 479
mit abwechselndem Zugriff 480, 491
mit Pipelining 241
mit Schiebefenster 245
mit wahlfreiem Zugriff 480, 482
Mobile IP 598
Mobile-User-Location- 597
OSPF 531
Plug-and-Play- 374
Polling- 491
Pull- 148
Push- 148
RADIUS 767
RIP 531
RSVP 690
RTP 660
Selective-Repeat- 244, 249, 273
Signalisierungs- 344
SIP 663
Slotted-ALOHA- 482
SNMP 803
Soft-State- 437
Stop-and-Wait- 235

Inhaltsverzeichnis

Token-Passing- 492

Verbindungsaufbau- 690

zustandsloses 124

zuverlässiger Datentransfer 229

Protokolldateneinheit siehe SNMP-PDU

Protokollschicht 70

Dienste 70

Protokollstapel 71

Anwendungsschicht 72

Bitübertragungsschicht 73

Internet 71

Netzwerkschicht 72

Sicherungsschicht 73

Transportschicht 72

Provider 52

Proxyserver 134

SIP 667

Prozess 112

Adressierung 115

Prüfsumme 227

CRC 475

Methoden 475

UDP 227

Pruning 439

PSTN 604

Public Switched Telephone Network siehe PSTN

Public-Key-Infrastruktur 734

Public-Key-System 712

Public-Key-Verschlüsselung 719

Pull-Protokoll 148

Pulscode-Modulation siehe PCM

Punkt-zu-Punkt-Link 478

Push-Protokoll 148

Inhaltsverzeichnis

Q

Quality of Service (QoS) siehe Dienstgütegarantie

Quantisierung 624

Quellenauthentifizierung 391, 755

Quellrouter 392

Queuing 354

R

Radio Network Controller siehe RNC

RADIUS-Protokoll 767

Rahmen 48, 73

- 802.11- 572

- Association-Request- 566

- Beacon- 565

- CTS- 571

- Ethernet- 503

- Kollision 479

- Probe-Request- 566

- RTS- 570

- Sicherungsschicht- 467

- VLAN- 518

- Zigbee- 581

Random Access Protocol siehe Protokoll mit wahlfreiem Zugang

Random Early Detection siehe RED

Range, HTTP-Header 635

Ratenerkennung 636

Real-Time Transport Protocol siehe RTP

Rechenzentrum 32, 111

- Hierarchie 524

- Lastausgleich 524

- modulares siehe MDC

- Topologie 526

Rechenzentrumsnetz 522

RED 357

Inhaltsverzeichnis

Redirect-Nachricht 669
Reduced Function Device siehe RFD
Redundanz
 räumliche 624
 zeitliche 624
Reflection-Angriff 167
Refresh-Register-Nachricht 668
Registrar 165, 373
Relay 658
Relay Agent 375
Rendezvous-Punkt 432
Repeater 507
Replay-Angriff 417, 753, 755, 761
Reply-Nachricht 29
Request for Comments siehe RFC
Request-Nachricht
 DHCP- 376
 HTTP 128
 HTTP- 123
Request-Response-Modus
 SNMP 814
Request-to-Send siehe RTS
Request-Zeile 128
Resource Record 162, 531
Response-Nachricht
 HTTP- 123, 130
 RIP- 413
Ressourcenreservierung 687, 689
Ressourcenverwaltungszelle siehe RM-Zelle
Reverse Path Forwarding siehe RPF
Rexford, Jennifer 827
RFC 26

Inhaltsverzeichnis

RFD 580

RIP 412, 531

- Advertisement 413

- Response-Nachricht 413

- Routing-Tabelle 413

Rivest, Ron 721

RM-Zelle 291

RNC 586

Roaming 604

Roberts, Lawrence 82

Round-Robin-Scheduling 679

Round-Robin-Warteschlange 680

Round-Trip-Time siehe RTT

routed-Prozess (UNIX) 415

Routenaggregation siehe Adressaggregation

Routenauswahl BGP 424

Router 24, 43, 337

- Ausgangsport 348, 354

- Border- 523

- Eingangsport 347, 350

- First-Hop- 392

- Gateway- 408

- Import Policy 424

- Label-Switched 520

- NAT-fähiger 378

- Paketverlust 355

- Puffergröße 356

- Queuing 354

- Routing-Prozessor 348

- Standard- 392

- Steuerungsebene 349

- Switching 352

- Switching Fabric 348

Inhaltsverzeichnis

Weiterleitungsebene 348

Routing 332, 334

direktes 596

Dreieck-Routing-Problem 596

Graph 392

hierarchisches 407

Hot-Potato- 410

indirektes 593

Internet 412

Multicast- 434

Multicast-Baum 438

Pfad 393

Routing Information Protocol siehe RIP

Routing-Algorithmus 334

Broadcast- 428

dezentraler 394

Distanzvektor- 394, 399

dynamischer 394

globaler 394

lastinsensitiver 395

lastsensitiver 394

leitungsvermittelter 407

Link-State- 394-395

Multicast- 428, 438

statischer 394

Vergleich 406

Routing-Policy 425

Routing-Protokoll 46

DVMRP 440

Inter-AS- 410

Intra-AS- 408

IS-IS 412

MSDP 441

OSPF 412

Inhaltsverzeichnis

PIM 440

RIP 412

Routing-Prozessor 348

Routing-Schleife 405

Routing-Steuerungsebene 359

Routing-Tabelle 402, 413

RPF 430

RR siehe Resource Record

RSA 721

RSVP-Protokoll 690

RTP 630, 660

Header 661-662

Paket 661

Sitzung 661

RTS 570

RTT 126, 263, 646

Schätzung 263

Rufzulassung 687, 689

Rundlaufzeit siehe RTT

S

SA 757

SAD 758

Sampling 624

Satellitenfunkverbindung 41

Scannen

aktives 566

passives 566

Scantlebury, Roger 82

Scheduling 677

FIFO- 677

opportunistisches 588

Round-Robin- 679

Inhaltsverzeichnis

WFQ- 679-680

Schiebefenster-Protokoll 245

Schlüssel 712

Authentifizierung 729

öffentlicher 720

privater 720

symmetrischer 712

Zertifizierung 734

Schulzrinne, Henning 704

Secure Hash Algorithm siehe SHA-1

Secure Sockets Layer siehe SSL

Security Association Database siehe SAD

Security Association siehe SA

Security Parameter Index siehe SPI

Security Policy Database siehe SPD

Segment 72, 211

Sequenznummer 260

TCP 257-258

Segmentgröße, maximale siehe MSS

Selbstskalierbarkeit 112

Selective-Repeat-Protokoll 244, 249, 273

Sendemast 553

Sendepuffer 257

Sequenznummer 236

Segment 260

Telnet 261

VoIP 650

Sequenznummernfeld 259

Server 31, 110

Blade- 523

Server-Prozess 113, 256

Service Level Agreement siehe SLA

Inhaltsverzeichnis

- Service Set Identifier siehe SSID
- Serving GPRS Support Node siehe SGSN
- Session Initiation Protocol siehe SIP
- SGMP 805
- SGSN 586
- SHA-1 728
- Shamir, Adi 721
- Short Inter-Frame Spacing siehe SIFS
- Sicherheit
 - benutzerbasierte 818
 - operative 709
 - Port-Scanning 221
- Sicherheitsdienst 338
- Sicherheitsmanagement 800, 805
- Sicherungsschichtadresse 495
- Sicherungsschicht-Switch 24, 43, 337, 508
- SIFS 569
- Signalausbreitungsverzögerung 488
- Signalisierungsnachricht 344
- Signalisierungsprotokoll 344
- Signal-Rausch-Abstand siehe SNR
- Signal-to-Noise Ratio siehe SNR
- Simple Gateway Monitoring Protocol siehe SGMP
- Simple Mail Transfer Protocol siehe SMTP
- Simple Network Management Protocol siehe SNMP
- Single-Hop-Netzwerk 555
- SIP 663
 - Acknowledgment-Nachricht 669
 - Adresse 666
 - Nachricht 666
 - Proxy 667
 - Registrar 667

Inhaltsverzeichnis

Sitzungsschlüssel 724

SLA 799

Slotted ALOHA 482

Effizienz 484

Small-Office-Home-Office-Subnetz siehe SOHO

SMI 806-807

Basisdatentyp 807

Sprachkonstrukt 808

Smith, Jack 144

SMTP 121, 143, 145

Handshake 146

Sniffing 79, 102

Switched LAN 512

SNMP 803, 805, 807

Anwendung 816

Engine 817

PDU 814

PDU-Format 815

PDU-Typen 814

Protokollablauf 814

Request-Response-Modus 814

Sicherheit 816, 818

Trap-Nachricht 814

Snort 779

SNR 556

Socket 114, 216

Portnummer 182

Socketprogrammierung 180

TCP 186

UDP 181

Soft-State-Protokoll 437

SOHO 377

Source Specific Multicast siehe SSM

Inhaltsverzeichnis

Spannbaum 431

- Broadcasting 431

- Kern 432

- minimaler 432

- Rendezvous-Punkt 432

- Tree-Join-Nachricht 432

- zentrumsbasierter 432

SPD 761

SPI 758

SR siehe Selective Repeat

SSID 564

SSL 119, 748

- Datenübertragung 751

- Handshake 750, 752

- Record 752

- Schlüsselgenerierung 750

SSM 440

Standardrouter 392

Stop-and-Wait-Protokoll 235

Store-and-forward-Übertragung 43

Streaming 626

- adaptives 628, 636, 644

- Analyse 633

- Client-Anwendungspuffer 629

- DASH 636

- gespeichertes Video 626

- HTTP- 628, 631, 646

- Live-Audio/Video 628

- P2P 647

- Ratenerkennung 636

- UDP- 628, 630

Stromchiffre 715

Structure of Management Information siehe SMI

Inhaltsverzeichnis

Stub-AS 422

Stub-Netzwerk 425

Subnetz 368

Subnetzmaske 368

Switch

- Aging Time 510

- Eigenschaften 511

- Ethernet- 503

- Paket- 337

- selbstlernender 510, 529

- Sicherungsschicht- 24, 337, 508

- Tabelle 509

- VLAN- 515

Switched LAN 494

- Sniffing 512

Switching 347, 352

- mittels Bus 353

- mittels Speicher 353

- mittels Verbindungsnetz 354

Switching Fabric 348

Switch-Poisoning-Angriff 512

Symmetrischer Schlüssel 712

SYNACK-Segment 277

SYN-Cookie 280

SYN-Flood-Angriff 280

SYN-Segment 276, 532

T

TCP 25, 72, 214, 748

- drahtloser Link 609

- Drei-Wege-Handshake 532

- Durchsatz 300

- Empfangsfenster 274

- Fairness 302

Inhaltsverzeichnis

Flusskontrolle	274
Puffer	632
RTT	263
Segment	257-258
Socket	530, 532
Socketprogrammierung	186
Split Connection	610
SYNACK-Segment	277
SYN-Segment	276, 532
Timeout	263
Übertragungswiederholung	263
Zustand	278
Zustandsvariable	255
TCP Reno	298
TCP Tahoe	298
TCP Vegas	300
TCP/IP	25, 256
TCP-Header	257
Acknowledgment-Nummer	259
Acknowledgment-Nummernfeld	259
Empfangsfensterfeld	259
Flag-Feld	259
Header-Längenfeld	259
Optionsfeld	259
Prüfsummenfeld	259
Quellportnummer	259
Sequenznummernfeld	259
Urgent-Data-Pointer-Feld	259
Zielportnummer	259
TCP-Splitting	297
TCP-Überlastkontrolle	118, 274, 292
AIMD	299
Algorithmus	295
Congestion Avoidance	298

Inhaltsverzeichnis

drahtloser Link	610
Fast Recovery	298
Leitlinien	294
TCP-Verbindung	118
Abbau	278
Aufbau	255, 276
nichtpersistente	125
parallele	305
persistente	125
TDM	48, 480
2G-System	583
Zeitraumen	480
Zeitscheibe	480
Telnet	261
Temporal Key	siehe TK
Tier-1-ISP	53
Timeout	263
Neuübertragung	265
verdoppeln	270
Timer Countdown	239
TK	768
TLD	157
TLD-Server	157
TLS	748
TLV-Codierung	822
Token	492
Token-Passing-Protokoll	492
Tomlinson, Ray	83
Top Level Domain	siehe TLD
Top-of-Rack-Switch	siehe TOR-Switch
Topologie	
Bus-	502
Overlay-	177

Inhaltsverzeichnis

Ring-	177
Spannbaum-	431
voll vermaschte	178
vollständig verbundene	526
Torrent	172
TOR-Switch	523
Traceroute	63-64, 382
Tracker	172
Trägermedium	39
Funkverbindung	41
geführtes	39
gemeinsam genutztes	40
Glasfaser	40
Koaxialkabel	40
Kupferkabel	39
nicht geführtes	39
Satellitenfunk	41
Transmission Control Protocol	siehe TCP
Transport Layer Security	siehe TLS
Transportdienst	
Durchsatz	116
Sicherheit	117
Verzögerung	117
zuverlässiger Datentransfer	115
Transportmodus	758
Transportschichtsegment	75
Trap-Nachricht	814
Tree-Join-Nachricht	432
Truncation-Angriff	754
Trusted Key	391
Tunneling	388
Tunnelmodus	758
Twisted-Pair	39

Inhaltsverzeichnis

Tymnet 83

U

Überlast

Kosten 283

Ursachen 283

Überlastkontrolle 215, 274

Ende-zu-Ende- 289

netzwerkunterstützte 289

TCP- 292

Übertragungseinheit, maximale siehe MTU

Übertragungsgeschwindigkeit 24

garantierte 47

Übertragungsverzögerung 56-57

Übertragungswiederholung 233, 239

Fast Retransmit 272

UDP 72, 214, 223

Dienste 118

Fairness 304

Prüfsumme 227

Segment 529

Segmentstruktur 227

Socketprogrammierung 181

UDP-Streaming 628, 630

UMTS 584

Ungeschirmtes verdrehtes Kupferkabel siehe UTP

Unicast-Pfadbaum 458

Universal Mobile Telecommunications Service siehe UMTS

Universal Plug and Play siehe UPnP

Unterschrift, digitale 730

UPnP 380

URL 123

UTP 39

Inhaltsverzeichnis

V

VANET 555

VC 290, 341

Abbau 343

Aufbau 343

Datentransfer 343

Netz 341

VDSL 34

Vehicular Ad-hoc Network siehe VANET

Verarbeitungsverzögerung 56

Verbindung Durchsatz 284

Verbindungsabbau (TCP) 278

Verbindungsaufbau 337

Drei-Wege-Handshake 277

Protokoll 690

Signalisierung 690

TCP 255, 276

Verbindungssocket 187

Verbindungsstatusinformation 342

Verkehrsentkopplung 675

Verkehrsplanung 521

Verkehrsprofil 686

Verkehrsüberwachung 675

Leaky-Bucket-Algorithmus 681

Verkehrswert 60

Verschlüsselung 709

Cipher-Block Chaining 717

Public-Key- 712, 719

RSA 721

symmetrische Schlüssel 712

Verschlüsselungsalgorithmus 712

Verteilte Anwendung 26

Inhaltsverzeichnis

Verteilungszeit 168

Vertraulichkeit 754

E-Mail 743

Kommunikation 709

Verwaltendes System 802

Veraltetes Gerät 802

Veraltetes Objekt 802

Verzögerung 117

Anwendung 64

Ausbreitung 56-57

Ende-zu-Ende- 62

Endsystem 64

garantierte maximale 117

Internet 137

Modulation/Codierung 64

Polling 492

Signalausbreitung 488

Traceroute 63-64

Übertragung 56-57

Verarbeitung 56

Warteschlange 56-57

Worst-Case- 239

Video

Bitrate 623

Eigenschaften 623

Neupositionierung 635

Prefetching 632

Versionen 624

Videokompression 624

Video-over-IP 627

Video-Streaming

Anwendung 628

Kankan 647

Kategorien 628

Inhaltsverzeichnis

Netflix 644

YouTube 646

Viren 77

Virtual Local Area Network siehe VLAN

Virtuelle Leitung siehe VC

Virtuelle Verbindung siehe VC

Virtuelles lokales Netzwerk siehe VLAN

Virtuelles privates Netzwerk siehe VPN

Visited Network siehe Netz, besuchtes

Visitor Location Register siehe VLR

VLAN 514

Rahmen 518

Switch 515

Tag 517

Trunking 517

VLR 603

Voice-over-IP siehe VoIP

VoIP 627, 647

Best-Effort-Dienst 648

Ende-zu-Ende-Verzögerung 649

Jitter 649

Paketverlust 648

Skype 657

Vollduplexdienst 256

Vorwärtsfehlerkorrektur siehe FEC

VPN 522, 754-755

MPLS 522

W

Warteschlange

Ausgangs- 44

FIFO- 678

Prioritäts- 678

Round-Robin- 680

Inhaltsverzeichnis

Warteschlangenverzögerung 45, 56-57

maximale 682

Web of Trust 747

Webbrowser 123

Webcache 134

Webseite 123

Webserver 123

Weighted-Fair-Queuing siehe WFQ

Weiterleitung 332, 334, 509

Sicherungsschicht 509

Weiterleitungstabelle 46, 335

WEP 763

WFQ 679-680

Wide Area Network siehe WLAN

Wiedergabeverzögerung

adaptive 652

feste 651

VoIP 650

WiFi 37, 562

WiMAX 588

Wired Equivalent Privacy siehe WEP

Wireless LAN siehe WLAN

WLAN 37, 562

Dschungel 565

Hotspot 554

Woman-in-the-Middle-Angriff siehe Man-in-the-Middle-Angriff

World Interoperability for Microwave Access siehe WiMAX

Worst-Case-Verzögerung 239

Wurm 77

Z

Zeitmarke 650

Zeitmultiplexverfahren siehe TDM

Inhaltsverzeichnis

Zeitraahmen 480
Zeitscheibe 480
 erfolgreiche 484
Zelle 583
Zertifikat 736
Zertifizierung, öffentlicher Schlüssel 734
Zertifizierungsstelle siehe CA
Zielrouter 392
Zigbee 580
Zimmermann, Phil 746
Zugangsnetz 32
 Funk- 586
 HFC- 466
Zugangspunkt 37, 553, 563
Zugriffsprotokoll 149
Zuverlässiger Datentransfer 115, 215
 Grundlagen 229

Ins Internet: Weitere Infos zum Buch, Downloads, etc.
Copyright

Copyright

Daten, Texte, Design und Grafiken dieses eBooks, sowie die eventuell angebotenen eBook-Zusatzdaten sind urheberrechtlich geschützt. Dieses eBook stellen wir lediglich als **persönliche Einzelplatz-Lizenz** zur Verfügung!

Jede andere Verwendung dieses eBooks oder zugehöriger Materialien und Informationen, einschließlich

- der Reproduktion,
- der Weitergabe,
- des Weitervertriebs,
- der Platzierung im Internet, in Intranets, in Extranets,
- der Veränderung,
- des Weiterverkaufs und
- der Veröffentlichung

bedarf der **schriftlichen Genehmigung** des Verlags. Insbesondere ist die Entfernung oder Änderung des vom Verlag vergebenen Passwortschutzes ausdrücklich untersagt!

Bei Fragen zu diesem Thema wenden Sie sich bitte an: info@pearson.de

Zusatzdaten

Möglicherweise liegt dem gedruckten Buch eine CD-ROM mit Zusatzdaten bei. Die Zurverfügungstellung dieser Daten auf unseren Websites ist eine freiwillige Leistung des Verlags. **Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.**

Hinweis

Dieses und viele weitere eBooks können Sie rund um die Uhr und legal auf unserer Website herunterladen:

<http://ebooks.pearson.de>