



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

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: 19611972	81
1.7.2 Proprietäre Netzwerke und Internetworking: 19721980	83
1.7.3 Die Ausbreitung der Netzwerke: 19801990	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 TCPClient.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 Protokollsichten 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: 19611972

1.7.2 Proprietäre Netzwerke und Internetworking: 19721980

1.7.3 Die Ausbreitung der Netzwerke: 19801990

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 TCPClient.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
 - physische 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
- ALOHAAnet 83, 486
- Alternierendes-Bit-Protokoll 240
- Anchor Foreign Agent 598
- Anchor-MSC 607
- Andreessen, Marc 85, 206

Inhaltsverzeichnis

Angriff

- Ausnutzen von Schwachstellen 78
- Bandwidth-Flooding 78
- Connection-Flooding 78
- DDoS- 166
- Denial-of-Service- 280
- durch Verbindungs wiederholung 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
- ARPAnt 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

- bidirektonaler 231
- unidirektonaler 231
- verbundungsorientierter 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
 - verbundungsloses 218
 - verbundungsorientiertes 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
 - verbundungsorientierter 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
 - Sicherungsschicht 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

|

- 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
 - Protokollsichten 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**
 - Kanalauflteilung 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**
- Metcalfe, 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
- Paketduplicat 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
- Protokollsicht 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
- Pulsecode-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
 - zentrumsbasiert 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
 - Zeitrahmen 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
 - geführt 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 verdrilltes 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
- Verwaltetes Gerät 802
- Verwaltetes 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

Zeitrahmen 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>