

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen zur Paketvermittlung und Normung.....	13
1.1	Einleitung	13
1.2	Vermittlungsprinzipien	14
1.2.1	Leitungsvermittelnde Netze	15
1.2.2	Paketvermittelnde Netze.....	16
1.2.3	Paketvermittlung, das Routing.....	17
1.2.4	Multiservices.....	19
1.2.5	Vergleich von leitungs- und paketvermittelten Netzen	20
1.3	Verbindungsprinzipien	21
1.3.1	Verbindungsorientierte Kommunikation	22
1.3.2	Verbindungslose Kommunikation	24
1.4	Standardisierungen.....	25
1.4.1	ITU-T	26
1.4.2	IETF.....	27
1.4.3	IANA.....	28
1.4.4	IEEE.....	29
1.4.5	ISO	29
1.5	OSI-Schichtenmodell von ISO	30
1.5.1	Protokollstapel und Kommunikationsfluss.....	32
1.5.2	Layer 1, Bitübertragungsschicht	35
1.5.3	Layer 2, Sicherungsschicht.....	36
1.5.4	Layer 3, Vermittlungsschicht.....	37
1.5.5	Layer 4, Transportschicht.....	38
1.5.6	Layer 5 bis 7	39
1.6	Quiz	42
2	Internet Protocol, IP	43
2.1	Allgemeines	43
2.2	IP-Header der Version 4.....	45
2.2.1	Struktur der IPv4-Adresse	46
2.2.2	IP-Klassen.....	47
2.2.3	Adressverteilung im Klasse-C-Netz	48
2.2.4	Netzmasken und Subnetze	49

2.2.5	Adressen für private Netze.....	49
2.3	IP-Einstellungen am Host.....	50
2.3.1	DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol.....	50
2.3.2	DHCP-Prozess	52
2.3.3	DHCP-Optionen	54
2.4	Transportprotokolle	55
2.4.1	Adressierung der Anwendung – Port-Adressen	55
2.4.2	Well Known Ports.....	57
2.4.3	Registered Ports.....	57
2.4.4	Private, Dynamic Ports.....	58
2.4.5	Socket	58
2.4.6	UDP, User Datagram Protocol.....	59
2.4.7	TCP, Transport Control Protocol.....	61
2.5	Anwendungsprotokolle für VoIP-Medienströme	64
2.5.1	RTP, Realtime Transport Protocol.....	64
2.5.2	RTCP, Realtime Transport Control Protocol.....	66
2.6	Quiz	69
3	VoIP-Prinzip	71
3.1	Beginn von Voice over IP	71
3.2	VoIP-Aspekte der Realisierung.....	73
3.3	Sprachübertragung in paketvermittelten Netzen	75
3.4	Erzeugung des Mediendatenstroms	76
3.4.1	Sprachkodierung, CODEC.....	78
3.4.2	Quantisierungskennlinien A-Law und μ -Law.....	79
3.5	Anforderungen an die CODECs für Telefonie	80
3.5.1	MOS, Mean Opinion Score	81
3.6	Methoden und Standards zur Audiocodierung	82
3.6.1	G.711	83
3.6.2	G.722	83
3.6.3	G.722.1	84
3.6.4	G.722.2/AMR-WB.....	84
3.6.5	G.723.1	84
3.6.6	G.726	85
3.6.7	G.728	85
3.6.8	G.729	85
3.6.9	G.729.1	85
3.7	Quiz	86

4	Architektur von SIP	87
4.1	VoIP-Methodik	88
4.2	SIP-Standards	89
4.3	SIP-Funktionsweise	90
4.3.1	SIP-Adressen	90
4.3.2	Klassische Telefonnummer und SIP	92
4.3.3	SIP – Client-Server-Prinzip	93
4.3.4	User Agent und seine Rollen	94
4.4	SIP-Architektur.....	95
4.4.1	VoIP-Telefon, User Agent	96
4.4.2	Registrar.....	97
4.4.3	Location-Server.....	99
4.4.4	SIP-Proxy-Server	101
4.4.4.1	Stateful Proxy	103
4.4.4.2	Stateless Proxy	104
4.4.4.3	AAA-Service	104
4.4.5	Redirect-Server.....	104
4.4.6	SIP-Gateway	106
4.4.7	SIP-Firewall	107
4.4.8	Provisioning-Server.....	108
4.4.9	Application-Server	110
4.5	SIP, VoIP und FAX.....	111
4.5.1	T.37	112
4.5.2	T.38	113
4.6	Quiz	113
5	SIP-Signalisierung	115
5.1	SIP-Methodik	115
5.1.1	SIP-Requests.....	116
5.1.2	SIP-Response	119
5.2	Aufbau der SIP-Nachrichten.....	121
5.2.1	Header-Pflichtfelder	122
5.2.1.1	FROM, Initiator des Requests.....	123
5.2.1.2	TO, Ziel des Requests	124
5.2.1.3	VIA	124
5.2.1.4	MAX-FORWARDS	125
5.2.1.5	CSeq	125
5.2.1.6	CALL-ID	126

5.2.2	Optionale Header-Felder	126
5.2.3	Message-Body oder SDP	128
5.3	SIP-Kommunikationsbeziehungen	128
5.3.1	SIP-Transaktion.....	129
5.3.1.1	Beispiel einer Transaktion.....	130
5.3.2	SIP-Dialog.....	131
5.3.2.1	Beispiel einer Dialog-Kennung	132
5.3.3	Event	133
5.4	Generelle SIP-Aufgaben	134
5.5	Anmeldung am Registrar, REGISTER-Request	135
5.5.1	Authentifizierungsmethode bei SIP.....	138
5.5.1.1	Registrierung mehrerer UA.....	143
5.5.1.2	Abmeldung eines UAs.....	144
5.6	SIP-Anruf, INVITE-Request	146
5.7	SIP-SIMPLE	148
5.7.1	SUBSCRIBE	149
5.7.2	Zustandsmeldungen mit Notify.....	149
5.7.3	Textnachrichten	150
5.8	Quiz	151
6	Session Description Protocol, SDP.....	153
6.1	SDP-Aufbau.....	154
6.2	Generelle Angaben.....	155
6.3	Medienbeschreibung	159
6.3.1	SDP-Attribute Medieninhalt nach AVP	162
6.4	Ankommender Anruf: 9110 an 9101	163
6.4.1	SIP-Analyse.....	164
6.4.2	RTP-Datenstrom	168
6.4.3	Ergänzung zu Wireshark	169
6.4.4	Abschluss	169
6.5	Quiz	170
7	VoIP und NAT.....	171
7.1	Das IPv4-Problem und NAT als Lösung.....	171
7.2	NAT und PAT	172
7.3	Prozess der Adressübersetzung	173
7.4	Port-Forwarding	175
7.5	NAT-SIP-Problematik.....	175

7.6	STUN – Simple Traversal of UDP through NAT	178
7.7	SIP – Symmetric Response Routing	182
7.8	Symmetric-RTP	185
7.9	Quiz	186
8	Quality of Service – QoS	187
8.1	Grundlegendes	187
8.2	Was ist Qualität?.....	187
8.3	Prozess der Qualitätssicherung.....	188
8.4	Kriterien für gute VoIP-Qualität.....	190
8.4.1	VoIP-Datenrate	190
8.4.2	ITU G.114.....	194
8.4.3	MOS-Wert	195
8.5	Ergänzende Dienstgüte-Parameter.....	195
8.5.1	Ende-zu-Ende-Verzögerung (Delay)	196
8.5.2	Schwankung der Übermittlungszeit (Jitter, Delay Variation).....	197
8.5.3	Paketverlustrate (Packet Loss Rate).....	199
8.5.4	Echo.....	200
8.5.5	Verfügbarkeit.....	201
8.6	Prinzipien zur Sicherung des QoS	202
8.6.1	Überdimensionierung	202
8.6.2	Priorisierungsmechanismen	202
8.6.3	Priorität im Ethernet.....	204
8.6.4	Priorität mittels VLAN	205
8.6.5	Warteschlangen und deren Management	208
8.6.5.1	FIFO.....	208
8.6.5.2	Warteschlangen	209
8.6.5.3	Priorisiertes Warteschlangenmanagement.....	210
8.6.6	Priorität im Internet Protocoll (IP)	211
8.6.6.1	DSCP	213
8.7	Quiz	214
9	Einstieg in die Paketanalyse mit Wireshark.....	215
9.1	Einleitung	215
9.1.1	Nutzen	215
9.1.2	Gefahren	216
9.2	Herunterladen und Installieren von Wireshark	217

9.3	Grundlegende Bedienung	218
9.3.1	Menüleiste	218
9.3.2	Symboleiste	219
9.3.3	Fensteraufteilung.....	220
9.4	Aufzeichnung mittels Wireshark	221
9.4.1	Offline oder Online?	222
9.5	Übung zu Wireshark.....	223
9.5.1	Prüfen der erfassten Daten.....	224
9.6	Grundlegendes zu Filtern	226
9.6.1	Capture-Filter	227
9.6.2	Display-Filter (Anzeigefilter).....	227
9.6.3	Filterung mit logischen Verknüpfungen	229
9.6.4	Filter halbautomatisch erzeugen.....	231
9.7	Quiz	233
10	Praxisübungen	235
10.1	Labora Aufbau, Übersicht.....	236
10.1.1	Telefonie mit der Fritzbox	237
10.2	Übungen zu VoIP und SIP	247
10.2.1	Vorbereitungen.....	247
10.2.2	Automatische IP-Adressvergabe.....	249
10.2.3	Einfach-Registrierung.....	250
10.2.4	Zweifach-Registrierung.....	252
10.2.5	Abmeldung.....	254
10.2.6	Abgehender Ruf.....	255
10.2.7	Ankommender Ruf.....	259
10.2.8	Ankommender Ruf auf zwei UAs.....	260
10.2.9	Ruhe vor dem Telefon, DND	262
10.2.10	Gespräch halten, HOLD	263
10.2.11	Gespräch weiterleiten, TRANSFER	265
10.2.12	3er-Konferenz.....	267
10.2.13	STUN-Methode.....	268
Anhang		271
Anhang 1	Lösungen der Quizfragen.....	271
Anhang 2	Lösungen der Tabellenfragen	276
Stichwortverzeichnis.....		283