

Auf einen Blick

1	Grundlagen moderner Netzwerke	17
2	Netzwerktechnik	27
3	Adressierung im Netzwerk – Theorie	75
4	MAC- und IP-Adressen in der Praxis	109
5	Steuer- und Fehlercodes mit ICMP und ICMPv6 übertragen	181
6	Datentransport mit TCP und UDP	187
7	Kommunikation und Sitzung	217
8	Standards für den Datenaustausch	255
9	Netzwerkanwendungen	259
10	Netzwerkpraxis	279
A	Fehlertafeln	327
B	Auflösungen Prüfungsfragen	335
C	Netzwerkbegriffe kurz erklärt	339

Inhalt

Geleitwort des Fachgutachters	13
Vorwort	15
1 Grundlagen moderner Netzwerke	17
1.1 Definition und Eigenschaften von Netzwerken	18
1.2 Die Netzwerkprotokollfamilie TCP/IP	20
1.3 OSI-Schichtenmodell und TCP/IP-Referenzmodell	21
1.4 Räumliche Abgrenzung von Netzwerken	24
1.5 Regel- und Nachschlagewerk für TCP/IP-Netze (RFCs)	25
1.6 Prüfungsfragen	26
2 Netzwerktechnik	27
2.1 Elektrische Netzwerkverbindungen und -standards	27
2.1.1 Netzwerke mit Koaxialkabeln	29
2.1.2 Netze mit Twisted-Pair-Kabeln	32
2.1.3 Aufbau, Bezeichnung und Kategorien von Twisted-Pair-Kabeln	33
2.1.4 Stecker- und Kabelbelegungen	36
2.1.5 Anschlusskomponenten für Twisted-Pair-Kabel	39
2.1.6 Herstellung von Kabelverbindungen mit der Schneid-Klemmtechnik (LSA)	41
2.1.7 Montage von RJ45-Steckern	44
2.1.8 Prüfen von Kabeln und Kabelverbindungen	48
2.1.9 Kennzeichnen, Suchen und Finden von Kabelverbindungen	52
2.1.10 Power over Ethernet (PoE)	54
2.2 Lichtwellenleiter, Kabel und Verbinde	54
2.2.1 Übersicht über die Netzwerkstandards mit Glasfaserkabel	56
2.2.2 Aufbau und Funktion von Glasfaserkabeln	57
2.2.3 Dauerhafte Glasfaserverbindungen	60
2.2.4 Lichtwellenleiter-Steckverbindungen	61
2.2.5 Umgang mit der LWL-Technik	64
2.2.6 Aufbau eines einfachen Leitungs- und Kabeltesters	67
2.2.7 Prüfen von LWL-Kabeln und -Verbindungen	67
2.3 Datenübertragung per Funktechnik	68

2.3.1	WLAN (Wireless LAN, Wi-Fi)	68
2.3.2	Datenübertragung über öffentliche Funknetze	70
2.3.3	Power-Line-Communication (PLC)	71
2.4	Technische Anbindung von Rechnern und Netzen	72
2.5	Weitere Netzwerkkomponenten	72
2.6	Zugriffsverfahren	73
2.6.1	CSMA/CD, Kollisionserkennung	73
2.6.2	CSMA/CA, Kollisionsvermeidung	73
2.7	Prüfungsfragen	74
3	Adressierung im Netzwerk – Theorie	75
3.1	Physikalische Adresse (MAC-Adresse)	75
3.2	Ethernet-Pakete (Ethernet-Frames)	77
3.3	Zusammenführung von MAC- und IP-Adresse	78
3.3.1	Adress Resolution Protocol (ARP), IPv4	78
3.3.2	Neighbor Discovery Protocol (NDP), IPv6	80
3.4	IP-Adressen	82
3.5	IPv4-Adressen	84
3.5.1	Netzwerkklassen im IPv4	84
3.5.2	Netz- und Subnetzmaske, Unterteilung von Netzen	85
3.5.3	Berechnungen	88
3.5.4	Private Adressen des IPv4	90
3.5.5	Zeroconf – konfigurationsfreie Vernetzung von Rechnern	90
3.5.6	Localnet und Localhost	92
3.5.7	Weitere reservierte Adressen	93
3.6	IPv6-Adressen	93
3.6.1	Adressarten des IPv6	96
3.6.2	IPv6-Loopback-Adresse	98
3.6.3	Unspezifizierte Adresse	99
3.6.4	IPv4- in IPv6-Adressen und umgekehrt	99
3.6.5	Tunnel-Adressen	100
3.6.6	Kryptografisch erzeugte Adressen (CGA)	101
3.6.7	Lokale Adressen	102
3.6.8	Übersicht der Präfixe von IPv6-Adressen	102
3.6.9	Adresswahl und -benutzung	103
3.7	Internetprotokoll	104
3.7.1	Der IPv4-Header	105
3.7.2	Der IPv6-Header	107

3.8	Prüfungsfragen	108
3.8.1	Berechnungen	108
3.8.2	IP-Adressen	108
4	MAC- und IP-Adressen in der Praxis	109
4.1	MAC-Adressen	109
4.1.1	Ermitteln der MAC-Adresse	109
4.1.2	Ändern der MAC-Adresse	111
4.1.3	Manuelles Setzen und Ändern von MAC-Adressen mittels arp	112
4.1.4	ARP-Spoofing erkennen	112
4.2	IP-Adressen setzen	112
4.2.1	Netzwerkkonfiguration von PCs	114
4.2.2	IP-Adresskonfiguration von weiteren Netzwerkgeräten	120
4.2.3	Zentrale IP-Adressverwaltung mit dem DHCP-Server	122
4.2.4	Zeroconf	129
4.3	Verwendung von Rechnernamen	129
4.3.1	Der Urtyp: Adressauflösung in der hosts-Datei	129
4.3.2	Der Domain Name Server (DNS) und seine Konfiguration	131
4.3.3	Einstellungen beim Client	141
4.4	Überprüfung der Erreichbarkeit und Namensauflösung von Hosts	143
4.4.1	Prüfung der Erreichbarkeit und Namensauflösung mit ping/ping6	143
4.4.2	Werkzeuge für Name-Server-Abfragen (nslookup, host, dig)	145
4.4.3	Mitschnitte von DNS-Abfragen mit Netzwerkdienstprogrammen	146
4.5	Zentrale Netzwerkgeräte auf Sicherungs- und Vermittlungsebene	148
4.5.1	Bridges – Verbinden von Netzwerkteilen	148
4.5.2	Hubs – Sammelschiene für TP-Netze	149
4.6	Switches – Verbindungsknoten ohne Kollisionen	149
4.6.1	Funktionalität	150
4.6.2	Schleifen – Attentat oder Redundanz?	151
4.6.3	Verbindungen zwischen Switches (Link Aggregation, Port Trunking, Channel Bundling) ...	154

4.6.4	Virtuelle Netze (VLAN)	155
4.6.5	Switch und Sicherheit	157
4.6.6	Geräteauswahl	159
4.6.7	Anzeigen und Anschlüsse am Switch	160
4.6.8	Konfiguration eines Switches allgemein	161
4.6.9	Spanning Tree am Switch aktivieren	161
4.6.10	VLAN-Konfiguration von Switches	162
4.6.11	Konfiguration von Rechnern für tagged VLANs	164
4.7	Routing – Netzwerkgrenzen überschreiten	167
4.7.1	Gemeinsame Nutzung einer IP-Adresse mit PAT	170
4.7.2	Festlegen des Standard-Gateways	170
4.7.3	Routing-Tabelle abfragen (netstat)	171
4.7.4	Routenverfolgung mit traceroute	172
4.7.5	Route manuell hinzufügen (route)	172
4.7.6	Route löschen (route)	175
4.8	Multicast-Routing	176
4.9	Praxisübungen	177
4.9.1	Glasfasern	177
4.9.2	TP-Verkabelung	177
4.9.3	Switches	177
4.9.4	MAC- und IP-Adressen	177
4.9.5	Namensauflösung	178
4.9.6	Routing	178
4.9.7	Sicherheit im lokalen Netz	178
5	Steuer- und Fehlercodes mit ICMP und ICMPv6	
	übertragen	181
5.1	ICMP-Pakete (IPv4)	182
5.2	ICMPv6-Pakete	183
6	Datentransport mit TCP und UDP	187
6.1	Transmission Control Protocol (TCP)	187
6.1.1	Das TCP-Paket	187
6.1.2	TCP: Verbindungsaufbau	190
6.1.3	TCP: Transportkontrolle	190
6.1.4	TCP: Verbindungssabbau	192
6.2	Das User Datagram Protocol (UDP)	193
6.2.1	UDP: Der UDP-Datagram-Header	193
6.3	Nutzung von Services mittels Ports und Sockets	194
6.3.1	Sockets und deren Schreibweise	196

6.3.2	Übersicht über die Port-Nummern	196
6.3.3	Ports und Sicherheit	198
6.4	Die Firewall	200
6.4.1	Integration der Firewall in das Netzwerk	202
6.4.2	Regeln definieren	203
6.5	Der Proxyserver	206
6.5.1	Lokaler Proxyserver	208
6.5.2	Proxyserver als eigenständiger Netzwerkteilnehmer	208
6.5.3	Squid, ein Proxyserver	209
6.6	Port and Address Translation (PAT), Network Address Translation (NAT)	209
6.7	Praxis	212
6.7.1	Verbindungsaufbau zu einem Dienst mit geänderter Port-Nummer	212
6.7.2	Durchführen von Portscans zum Austesten von Sicherheitsproblemen	213
6.7.3	Schließen von Ports	214
6.8	Prüfungsfragen	215
6.8.1	TCP-Protokoll	215
6.8.2	Ports und Sockets	215
6.8.3	Firewall	216
7	Kommunikation und Sitzung	217
7.1	SMB/CIFS (Datei-, Druck- und Nachrichtendienste)	217
7.1.1	Grundlagen	218
7.1.2	Freigaben von Verzeichnissen und Drucken unter Windows	218
7.1.3	nmbd und smbd unter Linux/FreeBSD	219
7.1.4	Samba-Konfigurationsdatei smb.conf	219
7.1.5	Testen der Konfiguration	223
7.1.6	Aufnehmen und Bearbeiten von Samba-Benutzern	224
7.1.7	Starten, Stoppen und Neustart der Samba-Daemons	224
7.1.8	Netzlaufwerk verbinden (Windows 7)	225
7.1.9	Client-Zugriffe unter Linux/FreeBSD	226
7.1.10	Zugriffskontrolle mit smbstatus	228
7.1.11	Die net-Befehle für die Windows-Batchprogrammierung	229

7.2	Network-File-System (NFS)	230
7.2.1	Konfiguration des NFS-Servers	230
7.2.2	Konfiguration des NFS-Clients	233
7.3	HTTP für die Informationen im Internet	234
7.3.1	Grundlagen des HTTP-Protokolls	234
7.3.2	Serverprogramme	238
7.3.3	Client-Programme	239
7.3.4	Webbrowser und Sicherheit	240
7.4	Mail-Transport	241
7.4.1	Grundlagen des SMTP/ESMTP-Protokolls	241
7.4.2	Konfigurationshinweise	245
7.4.3	Anhänge von E-Mails, MIME, S/MIME	246
7.5	Secure Shell (SSH) und Secure Socket Layer (SSL), Transport Layer Security (TLS)	250
7.5.1	Secure Shell (SSH)	250
7.5.2	SSL und TLS	251
7.6	Praxisübungen	253
7.6.1	Konfiguration Samba-Server	253
7.6.2	NFS-Server	253
7.6.3	HTTP, Sicherheit	253
7.6.4	E-Mail	253
8	Standards für den Datenaustausch	255
9	Netzwerkanwendungen	259
9.1	Datenübertragung	259
9.1.1	File Transfer Protocol (FTP), Server	259
9.1.2	File Transfer Protocol (FTP), Clients	260
9.1.3	Benutzerkommandos für FTP- und SFTP-Sitzungen ...	261
9.1.4	Secure Copy (scp), Ersatz für Remote Copy (rcp)	263
9.1.5	SSHFS: entfernte Verzeichnisse lokal nutzen	264
9.2	SSH, SFTP und SCP: Schlüssel erzeugen zur Erhöhung der Sicherheit oder zur kennwortfreien Anmeldung	265
9.3	Aufbau eines SSH-Tunnels	267
9.4	Fernsitzungen	269
9.4.1	Telnet	269
9.4.2	Secure Shell (SSH), nur Textdarstellung	269
9.4.3	Display-Umleitung für X11-Sitzungen	270
9.4.4	SSH zur Displayumleitung für X11	271
9.4.5	Virtual Network Computing (VNC)	272

9.4.6	Nomachine (NX)	275
9.4.7	Remote Desktop Protocol (RDP)	277
10	Netzwerkpraxis	279
10.1	Planung von Netzwerken	279
10.1.1	Bedarf ermitteln	279
10.1.2	Ermitteln des Ist-Zustandes	281
10.1.3	Berücksichtigung räumlicher und baulicher Verhältnisse	282
10.1.4	Investitionssicherheit	282
10.1.5	Ausfallsicherheiten vorsehen	283
10.1.6	Zentrales oder verteiltes Switching	284
10.2	Netzwerke mit Kupferkabeln	286
10.2.1	Kabel (Cat. 5 und Cat. 7)	287
10.2.2	Anforderungen an Kabeltrassen und Installationskanäle	287
10.2.3	Dosen und Patchfelder	288
10.3	Netzwerke mit Glasfaserkabeln	290
10.3.1	Kabeltrassen für LWL-Kabel	291
10.3.2	Dosen und Patchfelder	292
10.3.3	Medienkonverter	292
10.3.4	LWL-Multiplexer	292
10.4	Geräte für Netzwerkverbindungen und -Dienste	293
10.4.1	Netzwerkarten	293
10.4.2	WLAN-Router und -Sticks	294
10.4.3	Router	295
10.4.4	Switches	296
10.4.5	Printserver	297
10.4.6	Netzwerkspeicher (NAS)	299
10.4.7	Modems für den Netzzugang	299
10.5	Einbindung externer Netzwerkteilnehmer	302
10.6	Sicherheit	303
10.6.1	Abschottung wichtiger Rechner	304
10.6.2	Netzwerkverbindung mit Virtual Private Network (VPN)	306
10.6.3	WLAN sicher konfigurieren	308
10.6.4	SSH-Tunnel mit Putty aufbauen	309
10.7	Prüf- und Diagnoseprogramme für Netzwerke	312
10.7.1	Rechtliche Hinweise	312
10.7.2	Verbindungen anzeigen mit netstat	312

Inhalt

10.7.3 Hosts und Ports finden mit nmap	313
10.7.4 Datenverkehr protokollieren (wireshark, tcpdump) ...	316
10.7.5 Netzaktivitäten messen mit darkstat	319
10.7.6 Netzlast erzeugen mit fping	321
10.7.7 Weitere Einsatzmöglichkeiten von fping	321
10.7.8 Erreichbarkeit von Hosts prüfen mit ping/ping6	323
Anhang	325
A Fehlertafeln	327
B Auflösungen Prüfungsfragen	335
C Netzwerkbegriffe kurz erklärt	339
Index	355