

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 Verbinder | 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 | Address 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 | Adresstypen 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 | Netzwerkconfiguration 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 Netzwerkdiagnoseprogrammen | 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 Druckern 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 | Netzwerkkarten | 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 |

| | | |
|---------------------|--|------------|
| 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 | Netzlasterzeugen 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 |