

# Inhaltsverzeichnis

## Kapitel 1

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>Grundlagen für Computernetzwerke</b>    | <b>11</b> |
| 1.1 Geschichte der Netzwerktechnik         | 14        |
| 1.2 Netzwerkdefinition                     | 20        |
| 1.3 Das OSI-Schichtenmodell                | 22        |
| 1.4 Klassische Netzwerktopologien          | 25        |
| 1.4.1 Sterntopologie                       | 26        |
| 1.4.2 Ringtopologie und FDDI               | 27        |
| 1.4.3 Die Bustopologie                     | 27        |
| 1.4.4 Die Baumtopologie                    | 29        |
| 1.5 Vom LAN zum WAN                        | 30        |
| 1.6 Demilitarized Zone – DMZ               | 32        |
| 1.7 Virtual Local Area Network – VLAN      | 33        |
| 1.8 Standards und Normen                   | 34        |
| 1.8.1 Organisationen                       | 35        |
| 1.8.2 IEEE-Standards                       | 38        |
| 1.8.3 Dokumentation – Request For Comments | 39        |

## Kapitel 2

|                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| <b>Das Ethernet</b>                   | <b>41</b> |
| 2.1 Der Ursprung mit CSMA/CD          | 41        |
| 2.2 Standard-Ethernet                 | 43        |
| 2.2.1 Shared Medium                   | 44        |
| 2.2.2 Round Trip Delay und Slot Time  | 44        |
| 2.3 10Base5                           | 45        |
| Attachment Unit Interface             | 46        |
| 2.4 10Base2                           | 48        |
| 2.5 10BaseT                           | 52        |
| 2.5.1 TP-Kabelverbindung für zwei PCs | 55        |
| 2.6 10BaseFX                          | 56        |
| 2.7 Fast-Ethernet                     | 60        |
| 2.7.1 100BaseTX                       | 62        |
| 2.7.2 100BaseFX                       | 65        |
| 2.8 Gigabit-Ethernet                  | 72        |
| 2.8.1 1000BaseLX und 1000BaseSX       | 74        |
| 2.8.2 1000BaseCX                      | 76        |
| 2.8.3 1000BaseT                       | 78        |

|        |                                             |     |
|--------|---------------------------------------------|-----|
| 2.9    | Kodierungsverfahren .....                   | 81  |
| 2.9.1  | Manchester-Kodierung .....                  | 81  |
| 2.9.2  | 4B/5B-Kodierung .....                       | 82  |
| 2.9.3  | 8B/10-Kodierung .....                       | 84  |
| 2.9.4  | MLT-3-Kodierung .....                       | 87  |
| 2.9.5  | PAM5- und Trellis-Kodierung .....           | 88  |
| 2.10   | Ethernet-Schichten und Frame-Formate .....  | 89  |
| 2.10.1 | Rahmentypen .....                           | 92  |
| 2.11   | 10 Gigabit-Ethernet .....                   | 96  |
| 2.11.1 | Realisierungen mit Lichtwellenleitern ..... | 97  |
| 2.11.2 | Interfaces .....                            | 100 |
| 2.11.3 | 10GBaseT .....                              | 101 |
|        | Anschluss und Kabel .....                   | 103 |
| 2.12   | Energy Efficient Ethernet .....             | 104 |
| 2.13   | Power over Ethernet .....                   | 104 |
| 2.13.1 | Elektrische Umsetzungen .....               | 105 |

## Kapitel 3

### Medien verlegen und überprüfen 109

|       |                                        |     |
|-------|----------------------------------------|-----|
| 3.1   | Koaxialkabel .....                     | 109 |
| 3.1.1 | Überprüfen von Koax-Verbindungen ..... | 111 |
| 3.2   | Twisted Pair-Kabel .....               | 112 |
| 3.2.1 | Spezifikationen .....                  | 112 |
| 3.2.2 | Steckverbindungen .....                | 114 |
| 3.2.3 | Kabelaufbau und Spezifikationen .....  | 117 |
|       | Dämpfung und Inhomogenitäten .....     | 117 |
|       | Bandbreite .....                       | 119 |
|       | Übersprechen – Crosstalk .....         | 119 |
| 3.2.4 | Schirmung .....                        | 121 |
| 3.2.5 | Kabelverlegung .....                   | 122 |
| 3.2.6 | Überprüfen von TP-Verbindungen .....   | 128 |
| 3.2.7 | Link-Tester selbst gebaut .....        | 130 |
| 3.3   | Lichtwellenleiter .....                | 133 |
| 3.3.1 | Verbindungen .....                     | 134 |
| 3.3.2 | Funktionsprinzip und Typen .....       | 136 |
| 3.3.3 | Verlegung .....                        | 140 |
| 3.3.4 | Überprüfung und Fehlersuche .....      | 143 |

### Konfigurationsteil – In 5 Minuten ins Netz 145

|   |                             |     |
|---|-----------------------------|-----|
| A | ADSL-Router .....           | 145 |
| B | Windows-PC .....            | 157 |
| C | WLAN .....                  | 166 |
| D | Tablet-PC mit Android ..... | 172 |

|   |                                     |     |
|---|-------------------------------------|-----|
| E | Computer mit Mac OS X .....         | 178 |
| F | Geräte mit iOS – iPhone, iPad ..... | 182 |
| G | Linux-Computer .....                | 189 |

## Kapitel 4

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| <b>Wireless LANs</b>                                | <b>195</b> |
| 4.1 Einsatz .....                                   | 195        |
| 4.2 Standards .....                                 | 198        |
| 4.2.1 MIMO-Technik .....                            | 200        |
| 4.2.2 Wi-Fi .....                                   | 202        |
| 4.3 Funktechnik .....                               | 203        |
| 4.3.1 Modulationsverfahren .....                    | 203        |
| 4.3.2 Reichweiten und Antennen .....                | 207        |
| 4.3.3 Frequency Hopping Spread Spectrum .....       | 208        |
| 4.3.4 Direct Sequence Spread Spectrum .....         | 210        |
| 4.3.5 Orthogonal Frequency-Division Multiplex ..... | 212        |
| 4.4 Zugriffsverfahren – CSMA/CA .....               | 213        |
| 4.5 WLAN-Topologien .....                           | 215        |
| 4.5.1 Ad-hoc-WLAN .....                             | 215        |
| 4.5.2 Infrastructure-WLANs .....                    | 215        |
| 4.5.3 Mesh-WLANs .....                              | 218        |
| 4.6 Sicherheitsaspekte .....                        | 219        |

## Kapitel 5

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| <b>Powerline-LANs</b>                    | <b>225</b> |
| 5.1 Power Line Communication – PLC ..... | 226        |
| 5.2 HomePlug-Technik .....               | 227        |
| 5.3 Kompatibilität und Chipsets .....    | 228        |
| 5.4 Betrieb und Praxisaspekte .....      | 230        |

## Kapitel 6

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| <b>Die Internet-Protokollfamilie</b>                | <b>233</b> |
| 6.1 Transmission Control Protocol – TCP .....       | 235        |
| 6.2 User Data Protocol – UDP .....                  | 237        |
| 6.3 TCP- und UDP-Ports .....                        | 238        |
| 6.4 Internet Protocol – IP .....                    | 240        |
| 6.4.1 IPv6 .....                                    | 242        |
| 6.5 Address Resolution Protocol – ARP .....         | 246        |
| 6.6 Internet Control Message Protocol – ICMP .....  | 248        |
| 6.7 Internet Group Management Protocol – IGMP ..... | 250        |
| 6.8 Routing Information Protocol – RIP .....        | 251        |

|        |                                         |     |
|--------|-----------------------------------------|-----|
| 6.9    | Domain Name System – DNS                | 254 |
| 6.9.1  | DynDNS-Dienst                           | 257 |
| 6.10   | Netzwerkadressen                        | 259 |
| 6.10.1 | Die MAC-Adresse                         | 259 |
| 6.10.2 | Aufbau und Einstellung der IP-Adresse   | 260 |
| 6.10.3 | Reservierte IP-Adressen                 | 263 |
| 6.10.4 | Private IP-Adressen                     | 264 |
| 6.10.5 | Die Subnet-Mask                         | 265 |
| 6.10.6 | Supernetting und CIDR-Notation          | 269 |
| 6.10.7 | Automatische Adressenzuweisung – DHCP   | 271 |
| 6.10.8 | Automatic Private IP-Addressing – APIPA | 272 |

## Kapitel 7

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| <b>WAN-Verbindungen</b>                                  | <b>275</b> |
| 7.1 WAN-Technologien im Überblick . . . . .              | 275        |
| 7.2 SDLC- und HDLC-Protokoll . . . . .                   | 276        |
| 7.3 Paketvermittlung – X.25-Standard . . . . .           | 277        |
| 7.4 Data Exchange Packet – Datex-P. . . . .              | 279        |
| 7.5 Frame Relay – Fast Packed Switching . . . . .        | 280        |
| 7.6 Integrated Services Digital Network – ISDN . . . . . | 281        |
| 7.6.1 Protokolle . . . . .                               | 282        |
| 7.7 Asynchron Transfer Mode – ATM . . . . .              | 284        |
| 7.8 Multiplexsysteme – PDH, SDH, SONET . . . . .         | 287        |
| 7.8.1 Plesiochrone Digitale Hierarchie . . . . .         | 287        |
| 7.8.2 Synchrone Digitale Hierarchie . . . . .            | 289        |
| 7.9 WAN-Anschlusstechniken . . . . .                     | 290        |
| 7.9.1 Modems . . . . .                                   | 291        |
| 7.9.2 Kabelmodems . . . . .                              | 292        |
| 7.9.3 ISDN-Basisanschluss . . . . .                      | 293        |
| 7.9.4 Digital Subscriber Line – ADSL . . . . .           | 295        |
| 7.9.5 Point-to-Point Protocol – PPP . . . . .            | 299        |
| 7.10 Virtual Private Network – VPN . . . . .             | 300        |
| 7.10.1 PPTP-Tunnel . . . . .                             | 300        |
| 7.10.2 IPsec-Tunnel . . . . .                            | 301        |
| Site-to-Site . . . . .                                   | 302        |
| Site-to-End . . . . .                                    | 302        |
| Zertifikate . . . . .                                    | 303        |
| 7.10.3 SSL-Tunnel . . . . .                              | 304        |
| 7.11 Voice over IP . . . . .                             | 304        |
| 7.11.1 Der H.323-Standard . . . . .                      | 305        |
| 7.11.2 Session Initiation Protocol – SIP . . . . .       | 307        |
| 7.11.3 Anschluss und Verbindungen . . . . .              | 307        |
| 7.11.4 Skype . . . . .                                   | 309        |

## Kapitel 8

|                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Das Mobile Internet – Mobilfunknetze</b>                 | <b>311</b> |
| 8.1 Analoge Mobilfunknetze – 1G .....                       | 311        |
| 8.2 Global System for Mobile Communications – GSM .....     | 313        |
| 8.2.1 Funkschnittstelle .....                               | 313        |
| 8.2.2 GSM-Architektur .....                                 | 315        |
| 8.3 General Packet Radio Service – GPRS .....               | 317        |
| 8.4 Enhanced Data Rates for GSM Evolution – EDGE .....      | 318        |
| 8.5 Universal Mobile Telecommunications System – UMTS ..... | 319        |
| 8.5.1 WCDMA-Multiplexing .....                              | 319        |
| 8.5.2 Netzarchitektur .....                                 | 320        |
| 8.5.3 High Speed Packet Access – HSPA, HSDPA+ .....         | 322        |
| 8.5.4 Netzabdeckungen und Datenraten .....                  | 322        |
| 8.6 Long Term Evolution – LTE .....                         | 323        |
| 8.6.1 LTE-Architektur .....                                 | 325        |
| 8.6.2 LTE Advanced .....                                    | 327        |
| <b>Stichwortverzeichnis</b>                                 | <b>329</b> |