

Inhalt

Vorwort	VII
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	7
2.1 Telekommunikationsnetze	7
2.1.1 Anforderungen an Telekommunikationsnetze	8
2.1.2 Grundbegriffe und Klassifizierung	9
2.1.3 Beschreibung von Telekommunikationsnetzen	15
2.2 ISO-OSI Referenzmodell	17
2.3 Hierarchische Netze	23
2.4 Dimensionierung von Telekommunikationsnetzen	27
2.5 Physical Layer	29
2.5.1 Plesiochrone Digitale Hierarchie	30
2.5.2 Synchrone Digitale Hierarchie	32
2.5.3 Wavelength Division Multiplexing	34
2.5.4 Optical Transport Networks	37
2.6 Standardisierungsgremien	39
2.7 Historische Entwicklung	42
3 Data Link Layer	45
3.1 High Level Data Link Control	45
3.2 Point-to-Point Protocol	48
3.2.1 Funktionalitäten	48
3.2.2 Spezielle Anwendungen	51
3.2.2.1 PPP Multilink Protocol	51
3.2.2.2 Tunneling	52
3.2.2.3 PPP over Ethernet	53
3.2.2.4 Packet-over Sonet	55
3.3 Ethernet	57
3.3.1 Einführung	57
3.3.2 CSMA/CD und 10 Mbit/s Ethernet	60
3.3.2.1 CSMA/CD	60
3.3.2.2 Ethernet-Rahmen	62
3.3.2.3 PHY Layer	66
3.3.3 Fast Ethernet	68
3.3.4 Gigabit Ethernet	70
3.3.5 10 Gigabit Ethernet	73
3.3.6 40/100 Gigabit Ethernet	75
3.3.7 Link Aggregation	78
3.3.8 LAN-Kopplungen	79
3.3.8.1 Repeater/Hub	79
3.3.8.2 Bridge/Switch	79
3.3.8.3 Router	87

3.3.9	Weitere Leistungsmerkmale	88
3.3.9.1	Virtuelle LANs und Quality-of-Service.....	88
3.3.9.2	ARP/RARP	91
3.3.9.3	Ethernet in the First Mile	93
3.3.9.4	Power over Ethernet	94
3.3.9.5	Backplane Ethernet	95
3.3.9.6	Frame Format Extension	95
3.3.9.7	Residential Ethernet	95
3.3.10	Carrier Grade Ethernet	95
3.3.10.1	Standardisierte Services	96
3.3.10.2	Skalierbarkeit	100
3.3.10.3	Zuverlässigkeit	108
3.3.10.4	Quality-of-Service	108
3.3.10.5	Service Management	108
3.3.10.6	Zusammenfassung und Bewertung	110
3.4	Resilient Packet Ring	112
3.5	Generic Framing Procedure	116
4	Network Layer	123
4.1	Einführung	123
4.2	IPv4	124
4.2.1	IPv4 Header	125
4.2.2	IPv4 Adressen	131
4.2.2.1	Subnetting und Supernetting	133
4.2.2.2	Private und öffentliche IP-Adressen	134
4.2.2.3	Network Address Translation und Port Address Translation	135
4.2.3	Internet Control Message Protocol	137
4.2.3.1	Ping	139
4.2.3.2	Traceroute	140
4.3	IPv6	140
4.3.1	IPv6-Header	141
4.3.1.1	IPv6 Extension-Header	143
4.3.1.2	Paketgrößen und Fragmentierung	144
4.3.2	IPv6-Adressen	145
4.3.2.1	Schreibweise von IPv6-Adressen	146
4.3.2.2	Strukturierung des Adressraums	146
4.3.2.3	Spezielle IPv6-Adressen	149
4.3.2.4	Interface-Adressen	149
4.3.2.5	Offene Probleme der Adressierung bei IPv6	150
4.3.3	ICMPv6	151
4.3.3.1	Neighbor Discovery	153
4.3.3.2	IPv6 Stateless Address Autoconfiguration	154
4.4	Routing innerhalb eines Autonomen Systems	155
4.4.1	Forwarding	156
4.4.2	Routing	165
4.4.2.1	Distance Vector Routing Protokolle	167
4.4.2.2	Link State Routing Protokolle	173
4.4.3	Router Architekturen	199

4.4.4	Internes Traffic Engineering	202
4.4.4.1	Erfassung der Verkehrsmatrix	202
4.4.4.2	Optimierung des Routings	203
4.5	Routing zwischen Autonomen Systemen	204
4.5.1	Beziehungen zwischen Autonomen Systemen	205
4.5.2	Externes Traffic-Engineering	206
4.6	Quality of Service und DiffServ	208
5	Shim Layer	211
5.1	Grundlagen	213
5.2	MPLS-Forwarding mit IP-Routing	220
5.3	MPLS mit explizitem Routing	221
5.3.1	IS-IS TE	224
5.3.2	Path Calculation and Setup	225
5.3.3	Lenken von Verkehr in einen TE Tunnel	226
5.4	MPLS-Services	226
5.4.1	Public IP	228
5.4.2	Layer 3 VPN	229
5.4.3	Layer 2 und Layer 1 VPN	231
5.4.3.1	Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge	231
5.4.3.2	Virtual Private LAN Services	236
5.4.4	MPLS als Service von MPLS	239
5.4.5	IPv6 über MPLS	241
5.5	MPLS-FRR	242
5.5.1	Link Protection	243
5.5.2	Node Protecion	244
5.6	Optische Control Plane	247
5.6.1	GMPLS	249
5.6.2	ASON	257
5.6.3	Stand der Technik und Bewertung	260
6	Anhang	262
6.1	Literaturverzeichnis	262
6.2	Abkürzungen	266
	Sachwortverzeichnis	275