

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort .....	V
Abkürzungsverzeichnis .....	XI
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>7</b>
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 .....	24
2.4 Dimensionierung von Telekommunikationsnetzen .....	28
2.5 Physical Layer .....	30
2.5.1 Plesiochrone Digitale Hierarchie .....	30
2.5.2 Synchrone Digitale Hierarchie .....	32
2.5.3 Wavelength Division Multiplexing .....	35
2.5.4 Optical Transport Hierarchy .....	37
2.6 Standardisierungsgremien .....	39
2.7 Historische Entwicklung .....	43
<b>3 Data Link Layer</b> .....	<b>46</b>
3.1 High Level Data Link Control .....	46
3.2 Point-to-Point Protocol .....	49
3.2.1 Funktionalitäten .....	49
3.2.2 Spezielle Anwendungen .....	52
3.2.2.1 PPP Multilink Protocol .....	52
3.2.2.2 Tunneling .....	53
3.2.2.3 PPP over Ethernet .....	54
3.2.2.4 Packet-over Sonet .....	56
3.3 Ethernet .....	58
3.3.1 Einführung .....	58
3.3.2 CSMA/CD und 10 Mbit/s Ethernet .....	61
3.3.2.1 CSMA/CD .....	61
3.3.2.2 Ethernet-Rahmen .....	63
3.3.2.3 PHY Layer .....	67
3.3.3 Fast Ethernet .....	69
3.3.4 Gigabit Ethernet .....	71
3.3.5 10 Gigabit Ethernet .....	74
3.3.6 40/100 Gigabit Ethernet .....	76
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 .....	80
3.3.8.3	Router .....	88
3.3.9	Weitere Leistungsmerkmale .....	88
3.3.9.1	Virtuelle LANs und Quality-of-Service .....	88
3.3.9.2	ARP/RARP .....	92
3.3.9.3	Ethernet in the First Mile .....	93
3.3.9.4	Power over Ethernet .....	95
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 .....	96
3.3.10.1	Standardisierte Services .....	97
3.3.10.2	Skalierbarkeit .....	101
3.3.10.2.1	Provider Backbone Bridging .....	101
3.3.10.2.2	Provider Backbone Bridging – Traffic Engineering .....	104
3.3.10.2.3	MPLS-TP .....	105
3.3.10.3	Zuverlässigkeit .....	107
3.3.10.4	Quality-of-Service .....	108
3.3.10.5	Service Management .....	108
3.3.10.6	Zusammenfassung und Bewertung .....	109
3.4	Resilient Packet Ring .....	111
3.5	Generic Framing Procedure .....	116
<b>4</b>	<b>Network Layer .....</b>	<b>123</b>
4.1	Einführung .....	123
4.2	IPv4 .....	124
4.2.1	IPv4-Header .....	126
4.2.2	IPv4-Adressen .....	131
4.2.2.1	Subnetting und Supernetting .....	134
4.2.2.2	Private und öffentliche IP-Adressen .....	135
4.2.2.3	Network Address Translation und Port Address Translation ...	135
4.2.3	Internet Control Message Protocol .....	138
4.2.3.1	Ping .....	140
4.2.3.2	Traceroute .....	140
4.3	IPv6 .....	141
4.3.1	IPv6-Header .....	142
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 .....	147
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 .....	164
4.4.2.1	Distance-Vector-Routing-Protokolle .....	166
4.4.2.2	Link-State-Routing-Protokolle .....	173
4.4.2.2.1	Intermediate System-to-Intermediate System (IS-IS) .....	176
4.4.2.2.2	Jigsaw Puzzle .....	182
4.4.2.2.3	Shortest Path First Calculation .....	183
4.4.2.2.4	Verkehrsunterbrechung bei Änderung der Netztopologie .....	191
4.4.2.2.5	Verbesserung der Konvergenzzeit .....	197
4.4.3	Router-Architekturen .....	199
4.4.4	Internes Traffic Engineering .....	201
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 .....	205
4.6	Quality of Service und DiffServ .....	207
<b>5</b>	<b>Shim Layer .....</b>	<b>211</b>
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 .....	227
5.4.1	Public IP .....	228
5.4.2	Layer 3 VPN .....	229
5.4.3	Layer 2 und Layer 1 VPN .....	232
5.4.3.1	Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge .....	232
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 Protection .....	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
	Literaturverzeichnis .....	262
	Stichwortverzeichnis .....	265