

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Die Entwicklung leitungsgebundener Übertragungstechnik, erstes Festnetz	5
2.1	Telegrafie	7
2.2	Telefonie	8
	Weiterführende Literatur	10
3	Radiowellen, Funknetze	11
3.1	Grundlagen elektromagnetischer Wellen	12
3.2	Funkwellen, Radio, Fernsehen	15
	Weiterführende Literatur	19
4	Digitalisierung	21
4.1	Zahlensysteme: binäre, dezimale und hexadezimale Darstellung	23
4.1.1	Römische Zahlen	23
4.1.2	Dezimalsystem	24
4.1.3	Duales, oktales und hexadezimales Zahlensystem	24
4.1.4	Bits, Bytes und Bitformate	24
4.2	Vom analogen zum digitalen Signal	26
4.3	Stützstellenproblem, Nyquist-Shannon-Kotelnikov-Theorem	27
4.4	Pulse-Code-Modulation (PCM)	29
4.5	Digitalisierung von Texten, ASCII und Unicode	30
4.6	Digitalisierung von Bildern und Videos	32
	Weiterführende Literatur	37
5	Optische Glasfasernetze: Verluste, Dispersion	39
5.1	Optische Glasfasern	41
5.2	Lichtleitung in Glasfasern	43
5.2.1	Lichtleitung nach dem Strahlenmodell	43
5.2.2	Wellenmodell der Strahlausbreitung	45
5.3	Multi-Mode- und Single-Mode-Glasfasern	53
5.4	Verluste und Dispersion in Glasfasern	57
5.4.1	Leistungsbegriff im Ingenieurwesen, dB und dBm	57
5.4.2	Verluste in Glasfasern	58
5.4.3	Verluste in Glasfaserverbindungen	63
5.4.4	Dispersion in Glasfasern	65
5.4.5	Nichtlineare Effekte in Glasfasern, Solitonen	74
5.4.6	Spezielle Glasfasern, Verteiler und Kombinierer, Faser-Bragg-Gitter, Phased-Array-Anordnungen	75
	Weiterführende Literatur	79

6	Lichtquellen und Empfänger für optische Kommunikation – LED und Laser	81
6.1	Laserprinzip.....	83
6.2	Halbleiter für die Kommunikationstechnik.....	86
6.2.1	Gitterstruktur von Halbleitern	86
6.2.2	Bänderstruktur in Halbleitern, direkte und indirekte Halbleiter	88
6.2.3	Mischung von Halbleitern.....	89
6.2.4	Dotierungen in Halbleitern	92
6.2.5	Rekombination in Halbleitern	93
6.3	p-n-Übergang, Lichtemissionsdioden	94
6.4	Halbleiterlaser in der Kommunikationstechnik.....	96
6.4.1	Doppelheterostrukturen, longitudinale Moden, Fabry-Pérot-Laser.....	96
6.4.2	Multi-Quantum-Wall-Strukturen (MQW)	98
6.4.3	Dynamischer Single-Mode-Laser, DFB- und DBR-Laser	99
6.5	Empfänger in optischen Netzwerken.....	103
6.5.1	p-n-Diode als Empfänger	103
6.5.2	pin-Diode	104
6.5.3	Lawinenfotodiode.....	105
6.5.4	Rauschen in Empfängern, Bitfehlerrate (BER).....	106
6.6	Multiplexing und Demultiplexing	107
6.6.1	Raumbereichsmultiplexing (SDM)	108
6.6.2	Optisches Zeitbereichsmultiplexing (TDM).....	108
6.6.3	Optisches Wellenlängenbereichsmultiplexing (WDM)	110
6.6.4	Breitbandnetzwerkarchitektur mit Glasfasern	111
	Weiterführende Literatur.....	112
7	Elemente der globalen Netze.....	113
7.1	Mikroelektronik, Integrierte Schaltkreise (IC), Liquid-Crystal-Display (LCD) und Speicher als Entwicklungsstufen mobiler Kommunikation	114
7.1.1	Schalter in der Elektronik	114
7.1.2	Integrierte Schaltkreise, Prozessoren.....	116
7.1.3	Liquid-Crystal-Display (LCD)	119
7.1.4	Speicher	121
7.2	Zu Computern, Speichern und Elementen der Rechentechnik.....	133
7.2.1	Computerarchitektur	133
	Weiterführende Literatur.....	135
8	Funktechnik (Mobilfunk, Richtfunk, Sattelitenfunk)	137
8.1	Senden- und Empfangsantennen im Mobilfunk.....	141
8.1.1	Parameter von Antennen	141
8.1.2	Antennenformen.....	144
8.2	Richtfunk, Basisstationen, Sattelitenfunktechnik, Kopplung der Netze	146
8.2.1	Richtfunk	146
8.2.2	Basisstationen Mobilfunk.....	149
8.3	Von analoger (1G) zur digitalen (2G bis 5G) Mobilfunktechnik	151
8.3.1	2G-Mobilfunk, GSM	151
8.3.2	3G-Mobilfunk, UMTS	152

8.3.3	4G- und 4G+-Mobilfunk, LTE und LTE-Advanced.....	152
8.3.4	5G-Mobilfunk.....	153
8.3.5	Satellitenfunktechnik.....	156
8.4	WLAN, Bluetooth, DECT-Standard, drahtlose Fernsteuerungen	159
8.4.1	WLAN.....	159
8.4.2	Bluetooth	160
8.4.3	DECT.....	161
8.4.4	Drahtlose Fernsteuerung	161
8.5	Vom Telefonieren mit Handys zur Datenübertragung mit Smartphones, Apps	162
8.5.1	SMS, Fax	162
8.5.2	Smartphones	163
8.5.3	Gesundheit und Mobilfunktechnik	165
8.5.4	Ökologie und Recycling in der Mobilfunktechnik.....	168
	Weiterführende Literatur.....	170
9	Globale Netze und Internet.....	171
9.1	Das globale Netz.....	172
9.2	ARPAnet, Internet, Deep Web und Darknet	174
	Weiterführende Literatur.....	177
10	Datensicherheit im globalen Netz.....	179
10.1	Datensicherheit – ein altes Problem.....	180
10.1.1	Datensicherheit im alten Ägypten, Hieroglyphen	181
10.1.2	Datensicherung in der Vergangenheit	181
10.1.3	Datensicherheit heute.....	186
10.2	Asymmetrische Verschlüsselung	189
10.2.1	Prinzip der asymmetrischen Verschlüsselung	189
10.3	Quantenkryptologie	197
10.3.1	Verschränkung in der Quantenphysik.....	198
10.3.2	Verschränkte Photonen	198
10.3.3	Grundgedanke der Quantenkryptographie, BB84-Protokoll	199
10.3.4	Beispiel der Quantenkryptologie	200
10.3.5	Praktische Realisierung der Quantenkryptographie.....	202
	Weiterführende Literatur.....	203
	Serviceteil	
	Glossar	206
	Stichwortverzeichnis	209