

Vogel Fachbuch

Thomas Wübbe

Telekommunikation

Die Meisterprüfung



Die Meisterprüfung

Telekommunikationstechnik

Dipl.-Ing. Thomas Wübbe

Vogel Buchverlag

Der Onlineservice InfoClick bietet unter www.vogel-buchverlag.de nach Codeeingabe eventuell zusätzliche Informationen und Aktualisierungen. Fordern Sie für Ihr E-Book den Code unter buch@vogel-buchverlag.de an!

Weitere Informationen:
www.vogel-buchverlag.de

ISBN Print-Ausgabe: 978-3-8343-3150-2

ISBN E-Book: 978-3-8343-6094-6

1. Auflage. 2010

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten.
Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form
(Druck, Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen
Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des
Verlages reproduziert oder unter Verwendung
elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt
oder verbreitet werden.

Hiervon sind die in §§ 53, 54 UrhG ausdrücklich
genannten Ausnahmefälle nicht berührt.

Printed in Germany

Copyright 2010

by Vogel Business Media GmbH & Co. KG,
Würzburg

Herstellung: Vogel Business Media GmbH & Co. KG,
Würzburg

Vorwort

Das Fachbuch berücksichtigt die gesamte klassische Telekommunikationstechnik, die vom Fachhandwerk bei den Kunden installiert, gewartet und instand gesetzt wird. Besonderes Augenmerk erhält die Anschlusstechnik der analogen und digitalen Telekommunikation. Funktionsweisen von Telefonanlagen werden behandelt, ihre Planung, Parametrisierung und Dokumentation erläutert.

Neben analogen Anschlusstechniken wird der digitale Anschluss ISDN besonders berücksichtigt und auf Basis einer elektrotechnischen Ausbildung erklärt. Praktiker können mit diesen Informationen im Servicebereich Fehler und Funktionsstörungen erkennen, nach Ursachen einordnen und beheben. Moderne Teilnehmeranschlüsse wie DSL sind ebenfalls berücksichtigt.

Große Netzbetreiber übertragen zunehmend eigene Servicebereiche auf Fachbetriebe des Elektrohandwerks. Deshalb wurde das Thema so strukturiert, dass Elektrofachbetriebe Teilnehmeranschlüsse der aktuellen Telekommunikationstechnik beim Kunden jederzeit mustergültig installieren oder betreuen können. Alles wurde dem Prinzip «aus der Praxis für die Praxis» untergeordnet, wie es seit vielen Jahren im Rahmen der Meisterausbildung für das Elektrotechniker-Handwerk am Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e.V. in Oldenburg (bfe Oldenburg) vermittelt wird.

Das Fachbuch hat außerdem einen hohen Wert als Nachschlagewerk, weil es unter anderem bei den verschiedenen Anschlussarten auch den technologischen Hintergrund berücksichtigt. Leitfragen der Kapitel dienen dabei zur Orientierung, um Schwerpunkte sowohl für die Praxis als auch für Prüfungen in der Ausbildung erkennen zu können.

Die im Anhang aufgeführten Fallaufgaben decken viele in der Praxis auftretende Problemstellungen ab. Ihre Lösungen können im kostenlosen Onlineservice InfoClick abgerufen werden.

Resonanz zum Buch ist stets willkommen, weil eine lebendige Wissensvermittlung Praxis und Lehrbetrieb immer wieder neu motivieren und inspirieren kann. Den schnellsten Kontakt erfüllt eine E-Mail an: tk@wuebbe.eu.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Grundlagen der Telekommunikationsnetze	15
1.1 Leitfragen	15
1.2 Einführung	15
1.2.1 Historische Entwicklung der Telekommunikation	16
1.3 Netzarten	17
1.3.1 Leitungsorientierte Sprachtelefonienetze	19
1.3.2 Mobilfunknetze für Sprachtelefonie	20
1.3.3 Datennetze	20
1.3.4 Netzübergänge	22
2 Leitungsgebundene Sprachtelefonienetze	23
2.1 Leitfragen	23
2.2 Einführung	23
2.3 Telefonnummer bzw. Rufnummernraum	24
2.3.1 Aufbau der Telefonnummern	26
2.3.2 Verkehrsausschleideziffer	28
2.4 Netzseite und Teilnehmerseite	28
2.5 Auswahl mehrerer öffentlicher Netze	29
2.5.1 Call-by-Call	29
2.5.1.1 Unechtes Call-by-Call	30
2.5.1.2 Echtes Call-by-Call	31
2.5.1.3 Automatisches Call-by-Call (Least Cost Routing)	31
2.5.2 Preselection	31
2.5.2 Direct Access	32
3 Analoger Telekommunikationsanschluss	33
3.1 Leitfragen	33
3.2 Netzseite und Teilnehmerbereich	33
3.3 Analoge Anschlusskonfiguration	35
3.3.1 Fernmeldegeheimnis	36
3.4 Telekommunikationsanschalteneinheit (TAE)	37

3.4.1	Merkmale der 6-poligen TAE	37
3.4.2	Aufbau und Schaltung der 1. TAE als Netzabschluss	39
3.5	TAE-Anschalttechnik	40
3.5.1	TAE-Einfachdose mit F-Codierung	40
3.5.2	3-fach-TAE mit NFN-Codierung	43
3.5.3	3-fach-TAE mit NFF-Codierung	44
3.6	Elektrische Bedingungen am analogen Telefonanschluss	45
3.6.1	Speisung der analogen Teilnehmeranschlüsse	45
3.6.2	Bandbreite des analogen Anschlusses	46
3.6.3	Signalisierungen am analogen Anschluss	47
3.6.4	Wahlverfahren	49
3.6.4.1	Impulswahlverfahren	50
3.6.4.2	Mehrfrequenzwahlverfahren	51
3.7	Telekommunikationsendeinrichtungen	52
3.7.1	Telefone	52
3.7.1.1	Komforttelefone	52
3.7.1.2	Systemtelefone	54
3.7.1.3	Schnurlose Telefone	54
3.7.2	Steuerung von VST	55
3.7.2.1	Flash-Signal	55
3.7.2.2	Hook-Flash-Signal	55
3.7.2.3	Einstellen der Flash- bzw. Hook-Flash-Funktion	56
3.7.3	Anschaltung von Nebengeräten	56
3.7.4	Fax-Funktion	57
3.7.4.1	Fax-Kennton	58
3.7.4.2	Passive Fax-Weiche	58
3.7.4.3	Aktive Fax-Weiche	59
3.7.5	Umschalteinrichtungen	60
3.7.5.1	Automatischer Wechselschalter in der Anschlussdose (AWADo)	60
3.7.5.2	Automatischer Mehrfachschalter (AMS)	62
3.7.5.3	Funktionsprüfung	62
3.7.6	Weckeranschluss	63
4	Kommunikationsleitungen	65
4.1	Leitfragen	65
4.2	Leitungseigenschaften und Ersatzschaltbild (ESB)	65
4.2.1	ESB einer Leitung in Betrieb	67
4.2.1.1	Gleichstromfall	67
4.2.1.2	Wechselstromfall	68
4.2.2	Wellenwiderstand und Leistungsanpassung	70
4.2.3	Dämpfung	71
4.2.3.1	Dämpfung auf Leitungen	71

4.2.3.2	Pegelangabe und Pegeldiagramm	73
4.2.3.3	Dämpfungsangaben	73
4.2.3.4	Nebensprechdämpfung: FEXT und NEXT	73
4.3	Kabelaufbau	74
4.4	Verseilelemente	76
4.4.1	Bündelverseilung	76
4.4.2	Lagenverseilung	77
4.5	Kennzeichnung von Kommunikationsleitungen	80
4.6	Anwendungsneutrale Verkabelung	80
4.7	LSA-Technik	82
5	Digitale Übertragungstechnik und Einführung von ISDN	85
5.1	Leitfragen	85
5.2	Grundlagen digitaler Übertragungstechnik von ISDN	85
5.3	PCM-Signalerzeugung	86
5.3.1	Digitale Signale	86
5.3.2	Digitalisierung	87
5.3.3	Tiefpassfilter und Abtastung	89
5.3.4	Quantisierung / Codierung	92
5.3.5	Multiplexer / Demultiplexer	94
5.3.5.1	Erhöhung der Datenrate einer Übertragungsstrecke	95
5.3.5.2	Erzeugen einer Datenstruktur	95
5.3.5.3	Datenwahlschalter	96
5.4	PCM-Erzeugung im ISDN-Endgerät	96
5.4.1	Pulsrahmenstruktur des ISDN-Basisanschlusses	97
5.4.2	Pulsrahmenstruktur des ISDN-Primärmultiplexanschlusses	98
5.5	ISDN: Ziele, Nutzen und Normen	98
5.5.1	ISDN: Nutzen aus der Sicht des Netzbetreibers	98
5.5.1.1	ISDN: physikalische Integration	99
5.5.1.2	ISDN: funktionale Integration	99
5.5.1.3	ISDN: Endgeräteintegration	100
6	ISDN-Grundlagen	101
6.1	Leitfragen	101
6.2	ISDN-Anschlussarten	101
6.2.1	Physikalischer Anschluss	102
6.2.2	Anschluss-Betriebsart	102
6.2.3	Leistungspakete	102
6.3	Begriffe und Definitionen	104
6.4	Dienstintegration im ISDN	105
6.4.1	Dienstkennung	105
6.4.2	Dienstkennung Fax	106

6.5	Übersicht der Leistungsmerkmale	106
6.5.1	Übermittlung der Rufnummer des Anrufers (CLIP)	107
6.5.2	Unterdrückung von CLIP durch CLIR	108
6.5.3	Übermittlung der Rufnummer des Angerufenen «B» (COLP)	108
6.5.4	Unterdrückung der Rufnummernübermittlung des Angerufenen «B» (COLR)	108
6.5.5	Halten einer Verbindung / Rückfragen / Makeln (HOLD)	109
6.5.6	Umstecken am Bus (TP)	109
6.5.7	Anklopfen (CW)	109
6.5.8	Mehrfachrufnummer (MSN)	109
6.5.9	Anrufweitschaltungen	110
6.5.10	Durchwahl (DDI)	111
6.5.11	Übermittlung der Tariffinformation (AOCD, AOCE)	111
6.5.12	Subadressierung (SUB)	112
6.5.13	Teilnehmer-zu-Teilnehmer-Zeichengabe (UUS)	112
6.5.14	Geschlossene Benutzergruppe «GBG» (CUG)	113
6.5.15	Identifizieren / Fangen (MCID)	113
6.5.16	Dauerüberwachung	113
6.5.17	Sperren des Anschlusses	114
7	ISDN-Anschluss technik	115
7.1	Leitfragen	115
7.2	Physikalische Anschlussarten	115
7.2.1	Referenzkonfiguration öffentlicher Netzzugänge im ISDN	116
7.2.2	Referenzsystem und seine Funktionsgruppen	117
7.2.3	Referenzsystem in der praktischen Umsetzung	118
7.2.3.1	Referenzsystem am analogen Telefonanschluss	119
7.2.3.2	U- und S-Schnittstelle am ISDN-Basisanschluss	119
7.2.3.3	U- und S-Schnittstelle am ISDN-Primärmultiplexanschluss	121
7.3	Network Termination Basic Access (NTBA)	122
7.3.1	Allgemeine Aufgaben	122
7.3.2	NTBA zur VST	123
7.3.3	NTBA zum TE / TA	124
7.3.4	NTBA-Funktionsweise	125
7.3.5	Vertiefung: Leitungscodes	127
7.3.5.1	4B3T-Code	127
7.3.5.2	2B1Q-Code	129
7.3.5.3	Modifizierter AMI-Code	129
7.3.5.4	HDB3-Code	130
7.3.6	Speisekonzept und Notbetrieb	131
7.4	Primärmultiplexanschluss	133

7.4.1	Vergleich BaAs mit PxAs	134
7.5	ISDN-Anschlusstechnik	135
7.5.1	Telekommunikationsanschlusseinheit im ISDN	135
7.5.2	ISDN-Anschluss-Einheiten für S ₀ -Systeme	135
7.6	ISDN-Kabelinstallationen	139
7.6.1	Konfiguration: kurzer, passiver Bus	139
7.6.2	Y-Konfiguration	141
7.6.3	Konfiguration: erweiterter, passiver Bus	143
7.6.4	«Punkt-zu-Punkt»-Konfiguration	145
7.6.5	Aktive Sternverteiler	146
7.6.6	Maximale Entfernungen für ausgewählte Kabeltypen	147
7.7	ISDN in anwendungsneutraler Verkabelung	147
7.7.1	Grundlagen der anwendungsneutralen Verkabelung nach EN 50 173	148
7.7.1.1	Normenbezug	148
7.7.1.2	Allgemeine Anforderungen	149
7.7.1.3	Klassen und Kategorien	151
7.7.2	ISDN und EN 50 173	152
7.7.3	Adapter für die ISDN-Verkabelung	153
7.7.4	ISDN-Konfigurationen und Adaptereinsatz	154
7.8	Mindestanforderungen an Komponenten	155
7.8.1	Kabel	156
7.8.2	Anschlusschnüre	156
7.8.3	Abschlusswiderstände	157
7.8.4	Buchsen und Gerätedosen	157
7.8.5	Verteiler / Rangierkabel	158
7.8.6	Qualifikation der Verkabelung	158
7.8.7	Stichleitungen	159
7.8.8	Unversehrtheit der Verkabelung	159
7.8.9	Ohmscher Schleifenwiderstand	160
7.8.10	Widerstandsunterschied	160
7.8.11	Isolationswiderstand	160
7.8.12	Einfügungsdämpfung	161
7.8.13	Umlaufverzögerung	161
7.8.14	Wellenwiderstand	161
7.8.15	Zusammenfassung	161
8	Private Telekommunikationsanlagen	163
8.1	Leitfragen	163
8.2	Allgemeines	163
8.3	Grundsätzlicher Aufbau	164
8.3.1	Steuerung	165
8.3.2	Abfrageplatz	166

8.3.3	Durchschaltnetzwerk	167
8.3.4	Teilnehmeranschlüsse, Ausgangsschnittstellen oder interne Ports	167
8.3.4.1	Interner a/b-Port: Anschluss und Parametrierung	168
8.3.4.2	Interner a/b-System-Port: Anschluss und Parametrierung	170
8.3.4.3	Interner S ₀ -Port: Anschluss und Parametrierung	171
8.3.4.4	Interner U _{p0} -Port: Anschluss und Parametrierung	172
8.3.5	Eingangsschnittstelle, Amtsanschlüsse, externe Ports	173
8.3.6	EDV-Schnittstellen an Tk-Anlagen	174
8.3.6.1	V.24 bzw. RS232	174
8.3.6.2	USB	174
8.3.6.3	Ethernet-Schnittstelle	175
8.4	Unterschied: öffentliche VST zu PABX	176
8.5	Rufnummernzuordnung	176
8.5.1	Mehrgerätebetrieb	176
8.5.2	Anlagenbetrieb	178
8.6	Dokumentation	179
8.7	Parametrierung von Endgeräten	181
8.7.1	ISDN-Endgerät (TE 1)	181
8.7.2	Terminal-Adapter (TA)	184
9	Einstieg in das ISDN-Protokoll DSS-1	185
9.1	Leitfragen	185
9.2	Einführung	185
9.3	OSI-Schichtenmodell für offene Kommunikation	186
9.3.1	Einführung	186
9.3.2	Bitübertragungsschicht (physikalische Ebene)	189
9.3.3	Sicherungsschicht	189
9.3.4	Vermittlungsschicht	190
9.3.5	Transportschicht	190
9.3.6	Kommunikationssteuerungsschicht	190
9.3.7	Darstellungsschicht	191
9.3.8	Anwendungsschicht	191
9.3.9	Bezug zu den Kommunikationsstandards	191
9.4	ISDN-Protokollgrundlagen	193
9.4.1	Bezug zum OSI-Modell	193
9.4.2	Datenergänzung: Overhead	194
9.5	Schicht 1	195
9.5.1	Aktivierung / Deaktivierung	196
9.5.1.1	Aktivierung	196

9.5.1.2	Deaktivierung	199
9.5.2	Mehrfachzugriff der TE / TA auf den D-Kanal	200
9.6	Allgemeines zu den Schichten 2 und 3	201
9.6.1	OSI-Bezug des D-Kanal-Protokolls DSS-1	201
9.6.2	Normenbezug	201
9.7	Schicht-2-Protokollelemente	202
9.7.1	Aufbau des HDLC-Rahmens	204
9.7.2	Flag	205
9.7.3	Adressfeld	206
9.7.3.1	Adressfeld: SAPI	206
9.7.3.2	Adressfeld: TEI	207
9.7.3.3	Adressfeld: C / R-Bit	209
9.7.3.4	Adressfeld: EA-Bit	210
9.7.4	Steuerfeld / Controlfield	211
9.7.4.1	I-Format (informationtransfer format), I-Blöcke	212
9.7.4.2	S-Format (supervisory format)	213
9.7.4.3	U- / UI-Format (unnumbered format)	214
9.7.5	Information	214
9.7.6	Frame Check Sequence	215
9.7.7	Zusammenfassung der Protokollelemente: Schicht 2	216
9.7.8	Verbindungsauf- und -abbau der Schicht 2	217
9.8	Schicht-3-Protokoll	218
9.8.1	Aufbau	219
9.8.2	Schicht-3-Header	219
9.8.2.1	Protokoll-Discriminator (PD)	219
9.8.2.2	Call Reference (CR)	220
9.8.2.3	Call Reference am Basisanschluss	224
9.8.2.4	Message Type (MT)	224
9.8.2.5	Information Elements	224
9.8.3	Kommunikationsbeispiel	225
10	xDSL-Technik	227
10.1	Leitfragen	227
10.2	Grundlagen	227
10.2.1	Zugangskonzept	227
10.2.2	Übersicht DSL	228
10.3	ADSL-Übertragungskonzept	230
10.3.1	Funktionsweise	230
10.3.2	Referenzmodell	230
10.3.2.1	ATU-C	232
10.3.2.2	ATU-R	232
10.3.2.3	RAS	232
10.3.3	Übertragungsverfahren	233

10.3.3.1	Frequenzgetrenntlageverfahren	233
10.3.3.2	Funktion des Splitters	234
10.4	Übertragungsverfahren im DSL	236
10.4.1	Discrete Multitone Modulation (DMT)	236
10.5	Anschlussstechnik	236
10.5.1	Splitter	237
10.5.2	ATU-R	238
10.5.3	Router	239
10.5.4	Switch	240
10.5.5	WLAN-Access-Point	240
Anhang		241
Fallbeispiel 1	Analoge Anschlussstechnik	242
Fallbeispiel 2	Digitale Anschlussstechnik	247
Weiterführende Literatur		253
Stichwortverzeichnis		255

1 Grundlagen der Telekommunikationsnetze

1.1 Leitfragen

Dieses Kapitel befasst sich mit den Leitfragen:

- Was ist Telekommunikation?
- Was verstehen wir heute unter Telekommunikation?
- Welche Telekommunikationsnetze kennen wir?
- Wie unterscheiden sich «leitungsorientierte» und «paketorientierte» Kommunikation?

1.2 Einführung

Die Telekommunikation befasst sich mit der Übermittlung von Informationen über weite Entfernungen, zum Zwecke der Kommunikation. Telekommunikation ist ein Wortgebilde aus dem Griechischen (tele: weit) und dem Lateinischen (communicare: mitteilen bzw. Informationsaustausch).

Informationen könnend dabei jede Art von Informationen bzw. Daten sein. Üblich ist heute die Unterscheidung in Sprach- und Bildinformation (Audio und Video) sowie in allgemeine elektronische Daten, die aus den gängigen EDV-Systemen (elektronische Datenverarbeitung bzw. Computer) kommen.

Diese beiden Arten von Informationen unterscheiden im Wesentlichen die zeitkritischen Aspekte. Während Sprach- und Bildinformationen in der Regel in Echtzeit, d.h. mit minimaler Verzögerung, beim Empfänger erwartet werden, sind Computerdaten oft völlig zeitunkritisch (z.B. E-Mail-Kommunikation). Diese Unterscheidung ist bei der weiteren Betrachtung der Kommunikationstechnik immer wieder von entscheidender Bedeutung.

Die Telekommunikation ist historisch aus der elektrischen Übermittlung von Telegrafensignalen mittels Morse-Codes entstanden und hat als System für die Übertragung von Sprachsignalen eine über 150-jährige Entwicklung genommen. Der Morse-Code ist eine Vereinbarung zur Übermittlung von Buchstaben und Zeichen, bei der ein konstantes Signal, z.B. Ton oder Licht in festgelegten Rhythmen ein- oder ausgeschaltet wird.

Die wichtigsten Anforderungen an die Sprachübertragungssysteme sind auch heute noch:

- ❑ verzögerungsfreie Kommunikation in Echtzeit,
- ❑ nahezu 100%ige Verfügbarkeit,
- ❑ weltweite Kompatibilität,
- ❑ einfache Bedienbarkeit und einfache Wahl des Kommunikationspartners,
- ❑ robuste Technik.

Die aufgebauten Sprachkommunikationsnetze oder Sprachtelefonienetze sind in der weiteren Entwicklung zusätzlich durch andere Kommunikationstechnologien mitgenutzt worden. So sind z.B. die Fax-Übertragung oder auch der Datenaustausch für E-Cash-Systeme (bargeldloses Bezahlssystem) auf Sprachsysteme angepasst worden.

Trotzdem ist das Sprachtelefonienetz, wie wir es heute für die Sprachübertragung nutzen, für Datenkommunikation nur eingeschränkt geeignet. Diese Einschränkung ist im Wesentlichen in der relativ geringen Bandbreite des Systems begründet. In der Praxis macht sich dies bei einer Datenübertragung durch die relativ geringe Geschwindigkeit bemerkbar.

Daher werden Telekommunikationsnetze als Weitverkehrsnetze (engl.: WAN, Wide Area Network, Weitverkehrsnetz) grundsätzlich als langsame Systeme betrachtet. Datennetze als lokale Netze (engl. LAN, Local Area Network, lokales Datennetz) sind innerhalb von Gebäuden in der Regel deutlich schneller.



Beispiel

ISDN, als digitale moderne WAN-Technik, überträgt Daten mit einer Geschwindigkeit von 64 kBit/s. Fast-Ethernet, als zeitgemäße LAN-Technik, überträgt Daten mit einer Geschwindigkeit 100 MBit/s, also das 1500-fache.

In diesem Buch werden nur die leitungsgebundenen Telekommunikationsnetze zur Sprachkommunikation behandelt. Datenkommunikation wird so weit berücksichtigt, wie es zu einer Überschneidung mit der Sprachkommunikation kommt. Der Autor behält sich dabei vor, zukünftigen Entwicklungen folgend, die Datenkommunikation in einer Überarbeitung stärker zu berücksichtigen.

1.2.1 Historische Entwicklung der Telekommunikation

1865 Gründung der International Telecommunication Union ITU in Frankreich.

Das CCITT, Comité Consultatif International Télégraphique, Komitee der ITU (Internationale Telecommunication Union), wurde zur Erarbeitung internationaler Standards, zur Regulierung und für die Entwicklung

der internationalen Telekommunikation eingesetzt. Es besteht aus Vertretern der nationalen Regierungen und der Telekommunikationsindustrie sowie der Forschung.

Das CCITT wurde 1995 durch die ITU abgelöst.

Die ITU erarbeitet Empfehlungen zu technischen und betrieblichen Fragen der Telekommunikation, die praktisch den Stellenwert internationaler Normen einnehmen. Diese Empfehlungen werden seit 1994 unter der Bezeichnung ITU-TS (ITU Telecommunications Standards) veröffentlicht.

- 1877 Generalpostmeister Heinrich von Stephan führte das erste Ortsgespräch in Berlin, Deutschland, über eine Entfernung von 2 km. (Er verwendete die Geräte des Amerikaners Graham Bell.)
- 1881 Inbetriebnahme des ersten Fernsprechnetzes in Berlin mit Handvermittlung.
- 1883 Inbetriebnahme der 35. Ortsvermittlungsstelle in Deutschland.
- 1889 Der 10 000. Fernsprechanschluss wurde für Berlin geschaltet.
- 1908 Inbetriebnahme des ersten Selbstwählamtes in Hildesheim – Einsatz der Hebdrehwähler.
- 1923 München ist als erste Stadt vollständig mit automatischer Orts-Selbstwählverbindung verschaltet.
- 1954 Entwicklung des Edelmetall-Motor-Drehwählers (EMD) von Siemens.
- 1966 Datenübertragung mit Modem im analogen Telefon-Netz (Modulator mit Demodulator, Anpassgerät für die Übertragung digitaler Daten im analogen Sprachnetz).
- 1970 Inbetriebnahme der Selbstwähl-Fernwahl mit den USA.
- 1988 Einführung von digitalen Koppelfeldern und computergesteuerten Vermittlungseinrichtungen bei der Telekom für die öffentlichen Netze.
- 1989 Offizielle Inbetriebnahme des nationalen ISDN (Integrated Services Digital Network), digitales Kommunikationsnetz mit erweiterten Diensten.
- 1993 Flächendeckende ISDN-Verfügbarkeit ist in Westdeutschland erreicht.
- 1995 Ostdeutschland ist ebenfalls flächendeckend mit ISDN versorgt.

1.3 Netzarten

Beim Aufbau und Betrieb der Netze werden dabei grundsätzlich öffentliche und private Netze unterschieden. Öffentliche Netze dienen zum Telefonieverkehr für jedermann. Die Netzbetreiber sind öffentliche Netzbetreiber, z.B. die Deutsche Telekom AG (DTAG).

Private Netze werden häufig innerhalb von Gebäuden bzw. privaten Grundstücken errichtet. Sie dienen vorrangig zum privaten, zweckgebundenen Telefonieverkehr.

Die derzeitigen Arten von Telekommunikationsnetzen (Bild 1.1) unterscheiden sich nach ihrer Nutzung und technischen Realisierung in:

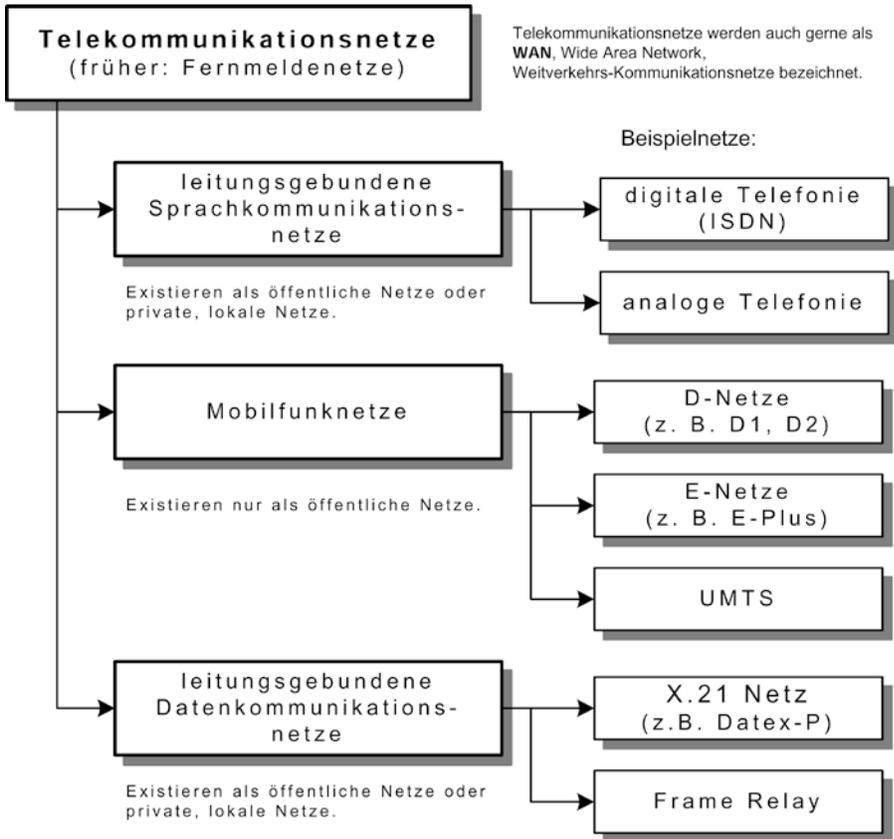


Bild 1.1 Arten von Telekommunikationsnetzen

- Sprachkommunikationsnetze für Sprachtelefonie, leitungsgebunden,
- Mobilfunknetze für Sprachtelefonie und Datenkommunikation, funkbasierend,
- Datenkommunikation, leitungsgebunden.

Alle Netze sind i.d.R. jedoch untereinander verbunden. Für das Fachpersonal ist es dann wichtig, die Trennung zwischen den Netzen sowie den Übergang vom öffentlichen zum privaten Netz genau zu kennen. Alle Netzarten sind für ihren jeweiligen Einsatzzweck optimiert. Dabei lassen sich die in Tabelle 1.1 aufgeführten Merkmale herausstellen.

Tabelle 1.1 Merkmale der Netzarten

	Sprach-kommunikationsnetze	Mobilfunknetze	Daten-kommunikationsnetze
Merkmale:	z.B. ISDN	z.B. GSM, UMTS	z.B. X.25
Übertragungs-medium:	leitungsgebunden	Funklösung	leitungsgebunden
Übertragungs-verfahren:	leitungsorientierte Funktionsweise	zellbasierende Funktionsweise	paketorientierte Funktionsweise
Übertragungs-dauer:	Echtzeitübertragung	Echtzeitübertragung	zeitverzögert, mit Verzögerung behaftet
Verbindungsart:	verbindungsorientiert	verbindungsorientiert	verbindungslos
Qualität:	feste Qualität	konstante Qualität	unsichere Qualität
Berechnung der Kosten:	Tarifierung nach Zeit	Tarifierung nach Zeit, bei Datenkommunikation auch alternativ nach Datenmenge	Tarifierung nach Datenmenge

1.3.1 Leitungsorientierte Sprachtelefonienetze

Bei den Sprachtelefonienetzen wird in den einzelnen Netzknoten, den Vermittlungsstellen (VST), eine feste «Leitung» für die gesamte Dauer der Verbindung geschaltet und damit zur Verfügung gestellt (Bild 1.2). Selbst wenn die Kommuni-

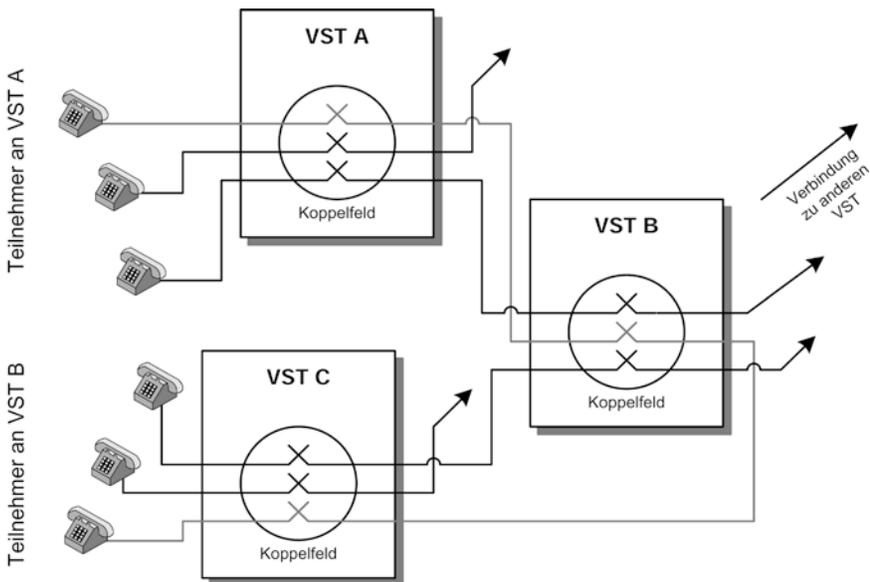


Bild 1.2 Prinzip der Leitungsvermittlung

kation nicht stattfindet (Gesprächspause), ist die Leitung für diese Verbindung belegt. Dies wird als Leitungsorientierung bezeichnet. I.d.R. werden hier tatsächlich Kupferleiter oder optische Leitungen (LWL: Lichtwellenleiter) eingesetzt.

Mit einer festen, leitungsorientierten Funktionsweise sind folgende Merkmale während der gesamten Verbindungsdauer gegeben:

- ❑ Die Verbindung bekommt eine feste, garantierte Bandbreite,
- ❑ mit einer festen garantierten Qualität (z.B. für den Sprachdienst. Damit sind Echtzeitübertragung, minimale Verzögerungszeiten und gute Verständlichkeit gemeint.),
- ❑ und werden nach Tageszeit, Dauer der Verbindung und nach Entfernung tarifiert.

Hauptsächlich wird die Leitungsorientierung in der Sprachtelefonie angewendet.

1.3.2 Mobilfunknetze für Sprachtelefonie

Bei den Mobilfunknetzen wird das sog. Zugangsnetz mittels Funkverbindungen realisiert. Dazu sind flächendeckend Funkzellen aufgebaut, die wiederum miteinander verbunden sein müssen.

Zur Verbindung der Funkzellen untereinander, im Vermittlungsnetz, kann wiederum das leitungsgebundene Sprachtelefonienetz dienen. Wird eine Verbindung zum Festnetz benötigt, dem leitungsgebundenen Sprachtelefonienetz, dann sind Übergangsknoten, die Gateways, notwendig.

Eine Mobilfunkverbindung hat folgende Merkmale während der gesamten Verbindungsdauer:

- ❑ Die Verbindung wird zwischen Mobilfunktelefon (Handy) und Funkzelle aufgebaut.
- ❑ Funkzellen sind untereinander mit festen Leitungen verbunden.
- ❑ Es existiert eine feste, garantierte Qualität, z.B. für den Sprachdienst, die jedoch schlechter als beim leitungsgebundenen Netz ist.
- ❑ Mobilfunkverbindungen werden nach Tageszeit, Dauer der Verbindung und nach Entfernung tarifiert.

1.3.3 Datennetze

Bei den Datennetzen wird der Datenstrom in kleine Pakete zerlegt und einzeln übertragen. Jedes Paket erhält einen Paketkopf (engl.: header) als «Adressaufkleber» mit ergänzenden Adressinformationen. Mit diesen Adressinformationen wird ein Datenpaket zum nächsten Router (Vermittlungsstelle für Datenverbindungen) weitergeleitet. Dieser Router analysiert die Adressinformationen und entscheidet aufgrund seiner Netzbelastung und seiner Weginformationen, auf welchem Weg

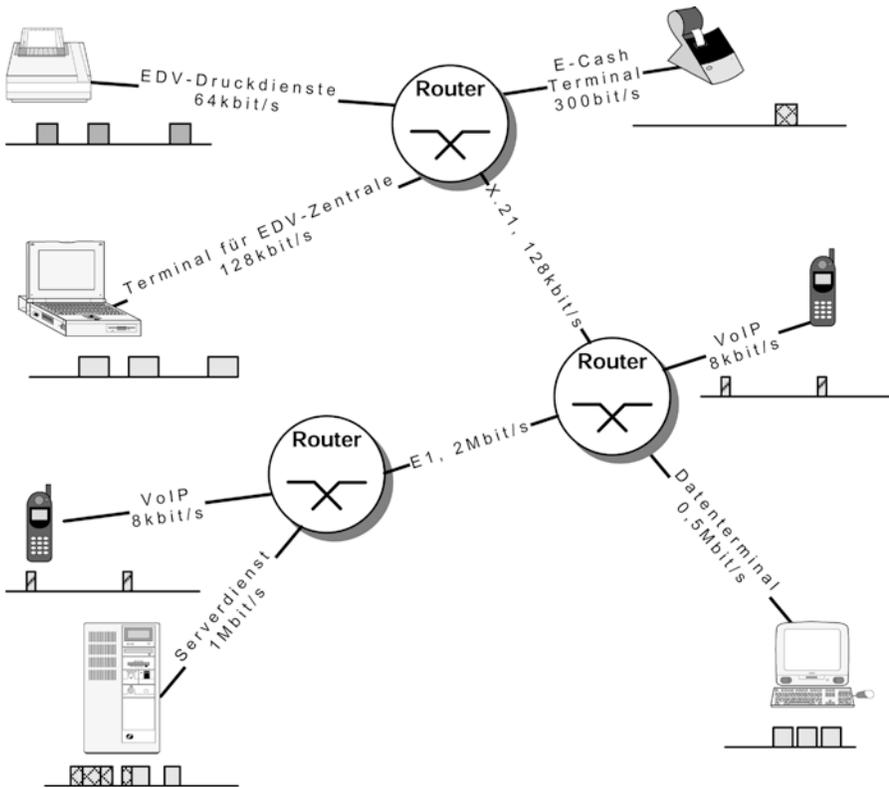


Bild 1.3 Prinzip der paketvermittelnden Netze

das Datenpaket befördert wird. Fällt ein Weg aus oder ist er überlastet, wählt der Router auch alternative Verbindungen (Bild 1.3). Dies wird als Paketorientierung bezeichnet.

Damit ergeben sich folgende Konsequenzen:

- ❑ Der Nutzer kann nicht festlegen, welchen Weg durch das Netz seine Daten nehmen, das legt der Router fest. Man spricht daher von einer verbindungslosen Vermittlung.
- ❑ Da die Router nur gefordert sind, wenn tatsächlich Daten transportiert werden sollen, wird die Verbindung nach Datenmenge und nicht nach Zeit tarifiert. Dies ist z.B. günstig für E-Cash-Systeme, dem bargeldlosen Bezahlfahren.
- ❑ Da der Router alle Datenpakete speichert, um sie auszupacken und die Adressinformationen lesen zu können, können die Verbindungen zum Router völlig unterschiedliche Datengeschwindigkeiten (Datenübertragungsraten) haben.

- ❑ Weil der Router zudem die Adressen analysieren muss, ergeben sich Speicherungen der Daten im Netz und entsprechende Zeitverzögerungen. Damit kann nicht vorhergesagt werden, wie lange die Daten brauchen, um das Ziel zu erreichen.
- ❑ Letztendlich wählt der Router die Wege der Daten aus. Damit ist es möglich, dass Daten verloren gehen oder dass Daten in einer veränderten Reihenfolge beim Ziel ankommen.

All diese Aspekte sind zu berücksichtigen, wenn in paketorientierten Datennetzen Sprachübertragung stattfindet. In Datennetzen ist Echtzeit ohne ein gutes Management des Netzes nicht machbar.

Der wesentliche Vorteil paketorientierter Datennetze ist die Möglichkeit der flexiblen und hohen Auslastung. Hier können eine Vielzahl von Diensten und Anwendungen gleichzeitig realisiert werden. Das Internet mit seinen Anwendungen, wie z.B. E-Mail-Kommunikation, WWW und Dateitransfer, ist ebenfalls in einer solchen paketorientierten Struktur aufgebaut.

Um die Ressourcen aller Netze besser auszunutzen, planen die Netzbetreiber ihre Sprach- und Datennetze in einer paketorientierten Struktur zusammenzufassen. Dieses Next Generation Network (NGN) wird in diesem Buch zunächst nicht behandelt.

1.3.4 Netzübergänge

Alle besprochenen Netze können auch untereinander Verbindungen herstellen.

Jedoch sind dazu umfangreiche Anpassungen vorzunehmen: Von den physikalischen Anschlüssen bis zu den Datenformaten werden hierzu spezielle Rechner eingesetzt. Diese Rechner werden als Gateway bezeichnet und koppeln unterschiedliche Übertragungsnetze.

2 Leitungsggebundene Sprachtelefonienetze

2.1 Leitfragen

Dieses Kapitel befasst sich mit den Leitfragen:

- Wie sind Sprachtelefonienetze strukturiert?
- Welche Merkmale haben Sprachtelefonienetze?
- Wie haben sich Sprachtelefonienetze entwickelt?
- Wie ist die Trennung zwischen «öffentlichem Netz» und dem «Teilnehmerbereich»?
- Wie sind Telefonnummern aufgebaut?
- Wie geschieht die Auswahl alternativer Netzbetreiber?

2.2 Einführung

Bei der grundsätzlichen Struktur bzw. dem Aufbau des Fernmeldenetzes wird eine Sterntopologie eingesetzt. Immer von zentralen Punkten des Netzes wird anschließend in die nächst tiefere Ebene verzweigt.

Insbesondere im internationalen Netzverbund oder bei der Betrachtung zweier konkurrierender Telekommunikationsunternehmen wird diese Struktur auch heute noch eingesetzt. Im rein nationalen Netz (eines einzigen Betreibers) ist diese Sterntopologie zunehmend von einer komplexen Vernetzung abgelöst. Möglich wurde dies erst, mit der Digitalisierung der Übertragungstechnik und der Vermittlungsstellen sowie den Einsatz von Rechnersystemen zur Wegelenkung (engl.: router). Die logische, organisatorische Betrachtung eines Telefonienetzes als hierarchische Struktur ist für das Verständnis jedoch sehr hilfreich.

Die Netzstruktur ist in Bild 2.1 dargestellt. Hierbei trennen die Techniker das Vermittlungsnetz und das Anschlussnetz. Das Vermittlungsnetz verbindet die Vermittlungsstellen untereinander. Das Anschlussnetz ist für das Fachhandwerk von Bedeutung, weil hier die Teilnehmeranschlüsse an die Vermittlungsstellen im Ortsnetz aufgebaut werden. Im Folgenden wird dieses Anschlussnetz noch näher besprochen.

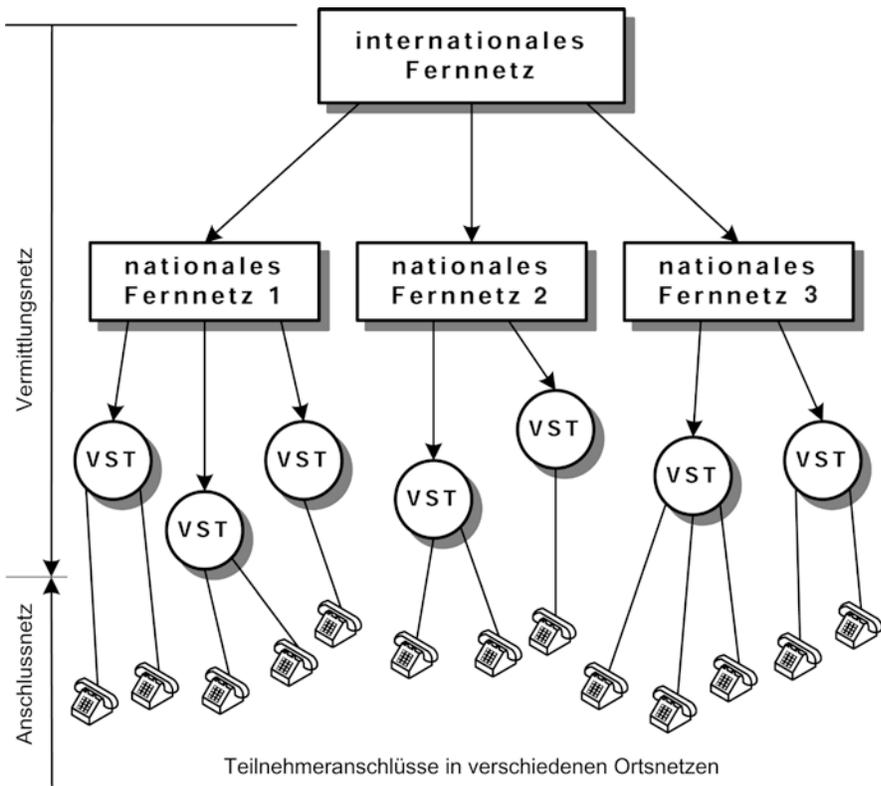


Bild 2.1 Grundsätzliche Struktur internationaler Fernnetze

2.3 Telefonnummern bzw. Rufnummernraum

Früher, im rein analogen Netz, wurde der Telefonieverkehr in der Fernebene bundesweit über die Zentralvermittlungsstellen (ZVST) abgewickelt. Wie Bild 2.2 zeigt, gab es in der Zentralvermittlungsebene 8 organisatorische ZVST, die in ihrem Bereich jeweils die 1. Ziffer der Vorwahl festlegen. Die Buchstaben stehen für die KFZ-Kennzeichen der jeweiligen Städte (Tabelle 2.1).

Beginnend mit dieser Zentralvermittlungsebene sind alle Telefonnummern im deutschen Festnetz bis heute hierarchisch organisiert.

Der Rufnummernraum in einem ONB (Ortsnetzbereich) ist durch die jeweilige ONKz (Ortsnetzkenzahl) bestimmt. Umgangssprachlich wird die Ortsnetzkenzahl als Vorwahl bezeichnet. Die führende «0» wird nicht zur Rufnummer hinzugezählt: Sie ist die Verkehrsausscheidesziffer. Mit dieser Verkehrsausscheidesziffer wird der Vermittlungstechnik signalisiert, dass eine Rufnummer folgt, die im Fernnetz (oberhalb der eigenen Netzebene) vermittelt werden soll.

Bild 2.2
 Struktur der nationalen Zentralvermittlungsebene

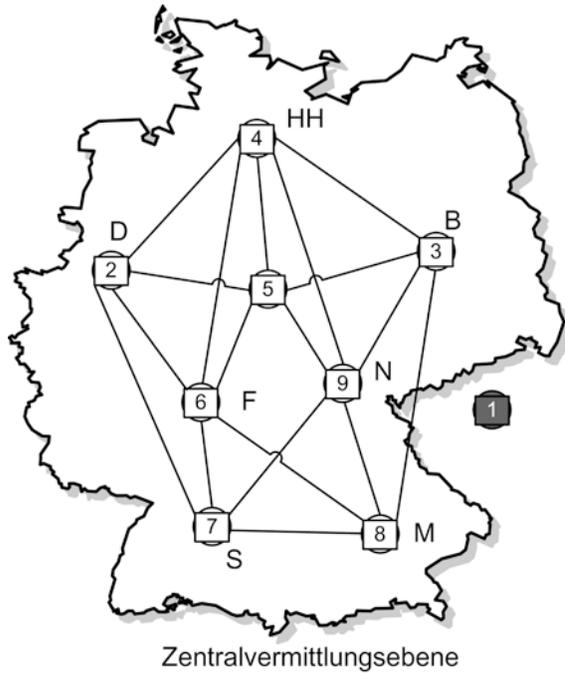


Tabelle 2.1 Liste der ZVST

Ort		1. Ziffer der Vorwahl
D	Düsseldorf	2
B	Berlin und fast alle Orte in den neuen Bundesländern	3
HH	Hamburg	4
H	Hannover	5
F	Frankfurt	6
S	Stuttgart	7
M	München	8
N	Nürnberg	9

Die ONKz sind den Teilbereichen «2...9» der entsprechenden Zentralvermittlungsebene zugeordnet. ONKz beginnend mit der «1» sind Sonderrufnummern, die spezielle Funktionen im Netz realisieren. Hiermit werden spezielle Übergänge adressiert, mit denen viele andere Telekommunikationsdienste genutzt werden können, z.B.:

- ❑ 0170...0175 Zugänge zu Mobilfunknetzen
- ❑ 0130 kostenfreie Servicrufnummern
- ❑ 0190, 0180 kostenpflichtige Servicrufnummern
- ❑ 110, 112 bundesweite Notrufnummern
- ❑ usw.

2.3.1 Aufbau der Telefonnummern

Alle Telefonnummern im deutschen Festnetz setzen sich aus einer 2- bis 5-stelligen ONKz und einer Teilnehmerrufnummer (engl.: subscriber number, SN) zusammen. Sie sind zusammengenommen grundsätzlich 11 Ziffern lang und können auf maximal 13 Ziffern ausgedehnt werden.

Diese Rufnummernstruktur entspricht der ITU-Empfehlung E.164. Nach dieser Empfehlung sind weltweit alle Telefonnummern in Bereiche unterteilt, wie sie Tabelle 2.2 wiedergibt.

Insgesamt ist weltweit für jede internationale Telefonnummer einen Ziffernvorrat von 15 Ziffern festgelegt. Länger darf keine Telefonnummer nach ITU E.164 sein.

Berücksichtigt man die «49» als deutsche Länderkennung mit 2 Ziffern, bleiben für die nationalen Rufnummern max. 13 Ziffern übrig (s.o.). In der Praxis werden jedoch nur 11 Ziffern national vergeben. Die restlichen 2 Ziffern dienen als Reserve für Sonderfälle (Tabelle 2.3).

Tabelle 2.2 Struktur der internationalen Rufnummer

Definition:	CC, Country Code	NDC, National Destination Code	SN, Subscriber- Number
Bedeutung:	Länder- vorwahl	Ortsnetzken- zahl, (ONKz)	Teilnehmer- nummer
Beispiel:	«49» für Deutsch- land	«441» für Oldenburg	«340920» Rufnummer im Ortsnetzbereich
	maximal 13 (15) Ziffern		

Tabelle 2.3 Rufnummerraum in Abhängigkeit der Länge der Ortsnetzkenzahl

Länge der Ortsnetzkenzahl	Größe des Nummernraumes
2-stellig	8 Stellen (9 Stellen)
3-stellig	7 Stellen (8 Stellen)
4-stellig	6 Stellen (7 Stellen)
5-stellig	5 Stellen (6 Stellen)

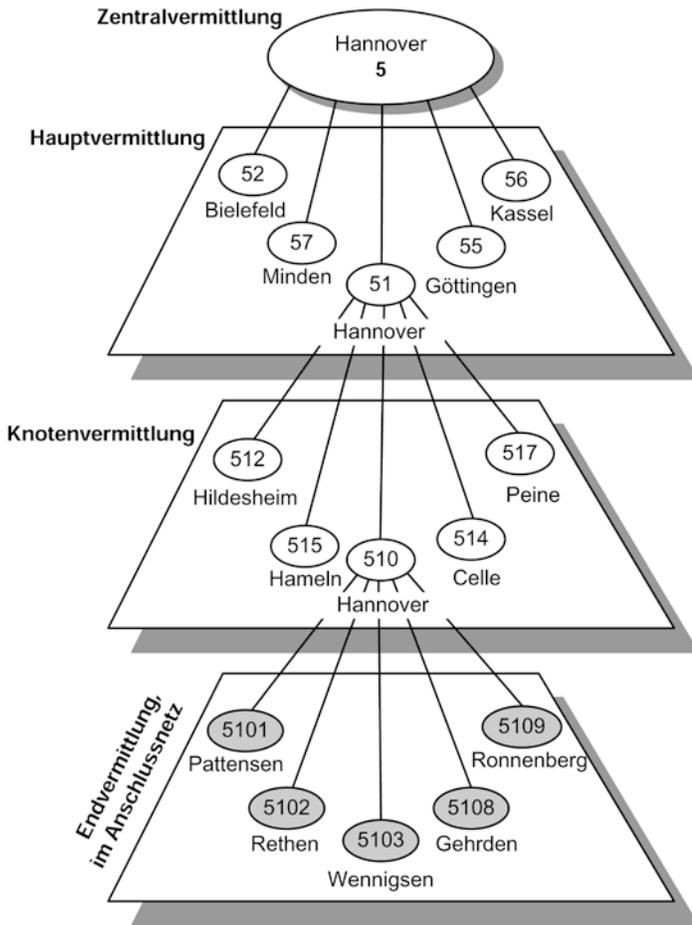


Bild 2.3 Beispiel eines Kennzahlplans von Vermittlungsstellen

Die gesamte nationale Rufnummer besteht somit i.d.R. aus 11 Ziffern (max. 13), wobei die führende «0» (Verkehrsausscheidungsziffer) nicht mitgezählt wird.

Wie Bild 2.3 zeigt, kann aus der Vorwahl die ungefähre geographische Lage des Angerufenen abgeleitet werden. Dies konnte gleichzeitig als Anhalt für anfallende Kosten dienen. Diese Transparenz wird zukünftig immer weiter verschwinden, da die Rufnummer beim Umzug innerhalb eines Ortes mitgenommen werden kann. Grundsätzlich ist dies auch bei einem Umzug im gesamten Bundesgebiet technologisch möglich, auch wenn es (noch) nicht praktiziert wird.

Im Ortsanschlussbereich, einem Verbund der EVST (Endvermittlungsstelle als Zugang zur Fernebene) und einer oder mehreren OVST (Ortsvermittlungsstelle),

wird dagegen schon immer ein vernetzter Aufbau realisiert. Dadurch ist eine hohe Verfügbarkeit der Anschlüsse und Verbindungen im Ortsanschlussbereich möglich.

2.3.2 Verkehrsausscheidesziffer

Die Verkehrsausscheidesziffer «0» wird beim Teilnehmer genutzt, um aus dem jeweiligen Anschlussbereich in eine hierarchisch übergeordnete Ebene zu verzweigen. Dies ist notwendig, z.B.:

- um vom Ortsbereich in die nationale Fernvermittlungsebene oder
- um aus dem nationalen Fernnetz in das internationale Fernnetz oder
- um aus einer lokalen Telefonanlage in den öffentlichen Ortsnetzbereich

zu kommen.

Um vom Teilnehmeranschluss in das internationale Fernnetz zu gelangen, muss der Nutzer 2-mal die Verkehrsausscheidesziffer wählen. Zum einen für das Verlassen des Ortsanschlussbereiches und dann zum Verlassen des nationalen Fernnetzes. Bei internationaler Wahl muss zudem die Länderkennung (CC: Country Code) vorangestellt werden, also die «49» für Deutschland. Vom Festnetz leitet man einen internationalen Ruf somit durch «00» als doppelte Verkehrsausscheidung ein.

In der Mobiltelefonie werden die Telefonnummern sinnvollerweise als komplette Rufnummern mit dem CC eingegeben, damit auch vom Ausland Nutzer sicher alle Teilnehmer erreichen. Hierbei wird als Verkehrsausscheidesziffer oft das Zeichen «+» verwendet. Dieses Zeichen definiert die folgenden Ziffern als komplette Rufnummer mit CC, NDC und SN nach E.164.

2.4 Netzseite und Teilnehmerseite

Die gängige Telekommunikationstechnik im Anschlussbereich zum Kunden teilt sich grundsätzlich in die beiden Bereiche: Netzseite (Anbieterbereich) und Teilnehmerseite (Anschlussbereich).

Für das umfassende Verständnis der Telekommunikation ist es notwendig, sich mit allen Teilen des Telekommunikationsnetzes zu befassen. Dazu gehören neben der grundsätzlichen Struktur des öffentlichen, vermittelnden Netzes, auch die notwendigen Leitungsarten, die bis zum Teilnehmer im privaten Bereich eingesetzt sind. Dort befindet sich das Haupttätigkeitsfeld für das handwerkliche, telekommunikationstechnische Fachpersonal.

Wie Bild 2.4 zeigt, lässt sich der Anschluss von der Vermittlungsstelle über den Abschlusspunkt des Liniennetzes (z.B. innerhalb eines KVz (KVz: Kabelverzweiger, Verteilerkasten im öffentlichen Wegegrund) zur Anschalteinrichtung im privaten Bereich bis zur Endstelleneinrichtung darstellen (z.B. Telefon).

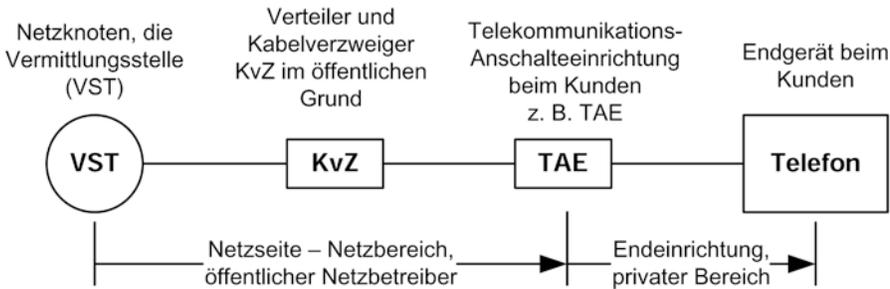


Bild 2.4 Schematische Darstellung der Netzseite und der Teilnehmerseite im öffentlichen Telekommunikationsnetz

Die Anschalteeinrichtung ist der Übergabepunkt des Netzbetreibers (u.a. der Deutschen Telekom AG, DTAG) und dient als Abschlusseinrichtung für den jeweiligen Übertragungsweg, der für den Telefondienst genutzt wird.

Abhängig von der einzurichtenden Technik, analoger Wählanschluss oder digitaler Universalanschluss, findet man dort eine TAE mit PPA oder einen NT. Diese Techniken und Anschlüsse werden in den folgenden Abschnitten näher besprochen.

2.5 Auswahl mehrerer öffentlicher Netze

Mit dem Wegfall des Telekommunikationsmonopols in den 90er Jahren, wurden unterschiedliche Methoden entwickelt, um zwischen mehreren, öffentlichen Telekommunikations-Netzanbietern wählen zu können:

- Call-By-Call,
- Preselection,
- Direct Access.

2.5.1 Call-by-Call

In dem liberalisierten Telekommunikationsmarkt mit mehreren Anbietern ist dies die Bezeichnung für die fallweise, d.h. für jedes einzelne Gespräch neu zu treffende, Auswahl eines Anbieters (Bild 2.5). Diese Art ist allerdings oft auf die Fernwahl eingeschränkt. Im Ortsanschlussbereich muss der Kunde den Anbieter nutzen, der den Telefonanschluss physikalisch und technisch bereitgestellt hat.

Soll also eine Fernverbindung mit einem anderen Fernnetzbetreiber geführt werden, ist vor jeder Verbindung eine Verbindungsnetzbetreiberkennzahl zu wählen.

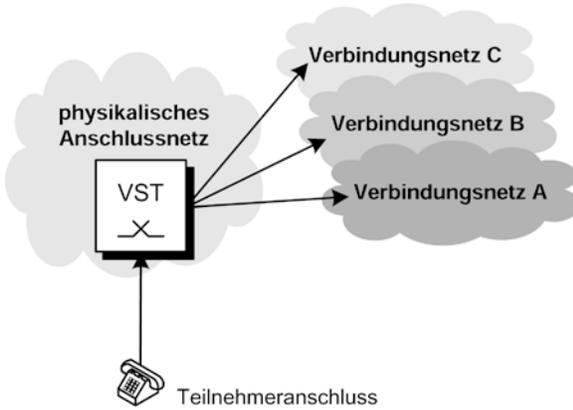


Bild 2.5
Teilnehmernetz und Verbindungsnetz

Damit verlängert sich jede Telefonnummer um die Ziffernfolge, mit der ein alternativer Anbieter ausgewählt wird.

- ❑ Bei der Wahl dieses alternativen Anbieters, ist immer die Kennung für die Netzverbindungsauswahl voranzustellen. Diese Ziffernkombination ist mit «010» festgelegt.
- ❑ Anschließend folgt eine 2- bis 3-ziffrige Netzbetreiberkennung, die den alternativen Netzbetreiber kennzeichnet.
- ❑ Abschließend folgt die Teilnehmeranwahl mit Verkehrsausscheideziffer und kompletter Rufnummer in der Fernwahl (Bild 2.6).

2.5.1.1 Unechtes Call-by-Call

Ein Netzanbieter stellt zwar grundsätzlich Call-by-Call zur Verfügung, es ist jedoch eine vorherige Anmeldung erforderlich, damit ein Teilnehmer diese Funktion benutzen kann. Abgerechnet wird meistens über eine eigene Rechnung des Anbieters.

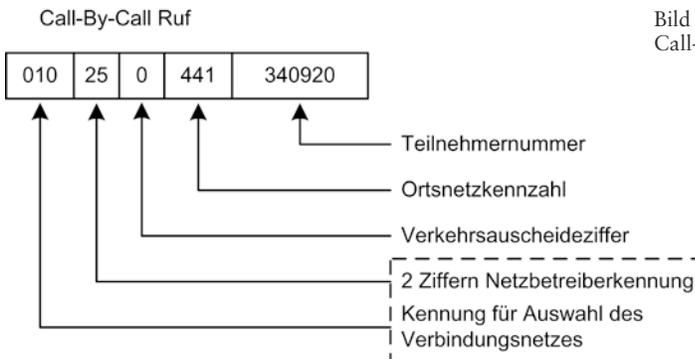


Bild 2.6
Call-by-Call-Rufnummer