



Physical Layer

Klaus Rebenburg
Stefan Liske
SS 2007



$$E = m * TAX^2 ?$$




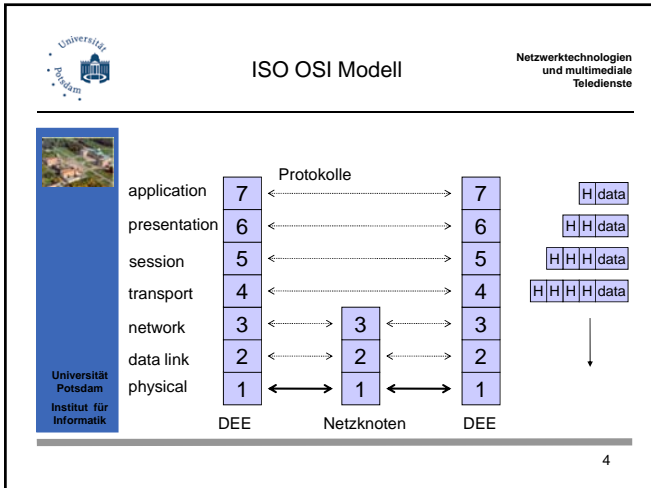
The hardest thing in the world
to understand
is the income tax




Albert Einstein (1879 – 1955)



- Auszüge aus der Theorie der Datenübertragung
 - Übertragungsmedien, Topologien
 - Bandbreite, Übertragungsraten
 - Frequenzen
 - Drahtlose Übertragung
- 
- Telefontechnologie und Daten von ISDN über Breitband-ISDN, ATM zu Cellulären Systemen und Satellitensystemen





Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

7 Schichten OSI auf Deutsch


OSI-Schicht	Englisch	Einordnung	Standard	TCP/IP-Schicht	Einordnung	Protokollbeispiel	Einheiten	Kopplungselemente
7	Anwendung	Application	FTAM			HTTP, FTP, HTTPS, NCP	Daten	Layer 4-7 Swtich, Content Swtich, Gateway
6	Darstellung	Presentation	ASN.1	Anwendung	Ende zu Ende (End-to-End)			
5	Sitzung	Session	ISO 8326			TCP, UDP, SPX	Segmente	
4	Transport	Transport	ISO 8073	Transport				
3	Vermittlung	Network	CLNP	Internet		IP, ICMP, IGMP, IPX	Pakete	Router, Layer-3 Switch
2	Sicherung	Data Link	HDLCL		Punkt zu Punkt	Fiberet, Token Ring, FDDI	Frames (dt. Rahmen)	WLAN Access Point, Swtich, Bridge (Netzwerk)
1	Richtübertragung	Physical	Token Bus	Netzansatz		ARCNET	Bits	Hab, Repeater

Quelle Wikipedia

5


Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

Informationsübertragung



Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

Die Übertragung von Information mit physikalischen Größen:

- Schallwellen,
- Elektrische Signale
- Lichtsignale
- Rauchzeichen

Die Menge der übertragbaren Information pro Zeit wird durch zwei Kriterien begrenzt:

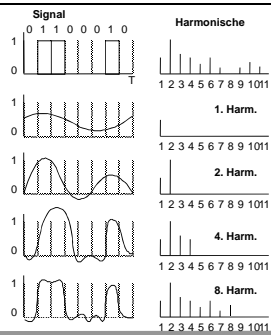
- die Bandbreite des Transportwegs
- das Signal/Rauschverhältnis des Transports

6



- Modell: Jedes periodische Signal lässt sich durch eine Summation von Sinuswellen beschreiben.
- Bewiesen im 19. Jahrhundert von Jean-Baptiste Fourier

$$g(t) = \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi nft) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi nft)$$

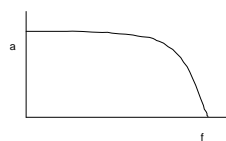




Alle Übertragungsmedien haben Beschränkungen

- z.B. maximale übertragbare Datenrate, z.B. maximal erreichbare Entfernung
- Dämpfung (Nyquist): Gleichung max. Datenrate für rauschfreien Kanal mit eingeschränkter Bandbreite

- Maximale Anzahl der Bit/sec ist proportional zur maximal übertragbaren Harmonischen





Abschwächung von Signalen in Kabeln Dezibel (dB)

- logarithmisches Verhältnis von Eingangs- zu Ausgangsleistung (P)
- $P(\text{dB}) = 10 \lg (P1/P2)$
db=10 log übertragene/empfangene Leistung
- 3 dB ist das Doppelte, -3 dB die Hälfte,
10 dB das 10fache,
20 dB das 100fache und 30 dB das 1.000fache

Addition aller Dämpfungen Kabel+Stecker

- Kabel 1: 1 dB, Stecker 1: 0,5 dB,
2 Kabel mit je 2 Steckern 4 dB



Signal/Rausch Verhältnis:

- S: Signal
- N: Noise/Rauschen
- Angabe SNR oder S/N : Intensitätsverhältnis Signal zu Rauschen
- Audio CD mit 16Bit Signaltiefe: SNR ideal wäre 96 dB ☺

Datenrate:

- H: Maximale Frequenzweite/Bandbreite des Kanals
- Maximale Datenrate (bit/sec) = $H \log_2 (1+S/N)$

Einfluss der Codierung:

- Das ISDN-Primärmultiplex-Format "S2M" überträgt Daten bei 2 Mbit/s. Da die Leitungscodierung ternär ist, wird nur etwa 1 MHz Bandbreite verwendet.



10MBit-Ethernet verwendet Koaxialkabel, hat theoretisch Frequenzbereich bis unendlich zur Verfügung. Wegen möglicher Abstrahlung und damit Störungen von Übertragungen in der Umgebung sollte die Frequenz aber um die 30 MHz beschränkt bleiben – warum?

Taktrekonstruktion aus dem Datensignal Manchestercodierung, d. h. jedes Bit wird entweder als 1-0 oder 0-1 Wechsel gesendet.

- Die rohe Bitrate auf dem Kabel verdoppelt sich auf 20 MBit/s.
- Diese besitzt wesentliche Frequenzanteile bei 0-10MHz, 20 MHz, 30 MHz, 40 MHz, ...
- Zur sicheren Signalrekonstruktion können die Anteile über 30 MHz abgeschnitten werden.
- Die Datenrate beträgt also 10MBit/s, die Bandbreite jedoch 30 MHz.



- 100MBit-Ethernet** verwendet meist Twisted-Pair Kabel. Wiederum sollten die Spektralanteile und damit die Bandbreite nicht wesentlich über 30 MHz liegen – warum? 100MBit-Ethernet verwendet zur Taktrekonstruktion eine 4Bit/5Bit-Codierung. Jeweils vier Datenbits werden als 5Bit-Code auf der Leitung übertragen, wobei der Code immer mindestens zwei 1-Bits enthält.
- Die Übertragungsrate auf dem Kabel beträgt daher 125 MBit/s.
 - Die Übertragung wird auf drei Spannungsstufen im **0,1,0,-1 Wechsel** durchgeführt, wobei die Information durch Halten einer Stufe bei 0-Bits übertragen wird (MLT-3 Verfahren). Dieses Verfahren hat den Vorteil einer guten Frequenznutzung.
 - Wesentliche **Spektralanteile** sind bei 0..31,25 MHz, 65 MHz, 125 MHz, 250 MHz, ...
 - Das Signal und Taktsignal kann jedoch rekonstruiert werden, wenn die Anteile über 31,25 MHz unterdrückt werden.
 - Die Datenrate beträgt hier **100 MBit/s**, die erforderliche Bandbreite nur **31,25 MHz**. (fast wie 10MBit Ethernet).



Abtastrate: 2* höchste Frequenz stellt Original wieder her

- baud = Symbolrate (Symbol enthält Zustände)
- Max. Kapazität für rauschfreien Kanal (Nyquist)

$$\text{Kanalkapazität} = 2 * H * \log_2 V$$

(H: Max. Bandbreite des Kanals)

V: Anzahl Signalzustände)

Mit anderen Worten:

Ein rauschfreier 3 khz Kanal kann binäre Signale nicht mit mehr als 6 kbit/sec übertragen.



Abtast-Theorem nach Claude Shannon (1948)


- Max. Kapazität für rauschenden Kanal

$$\text{Kanalkapazität (KBit/s)} = \frac{H(\text{kHz}) * R}{3}$$


(H: Max. Bandbreite des Kanals
R: Rauschabstand)

- Beispiel:

Rauschender Kanal mit Bandbreite 3 kHz und Rauschabstand 30dB kann nie mehr als 30 kbit/sec übertragen, egal wie viele Signalstufen


Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste


Zurück zum




Physical Layer = OSI Layer 1

Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

16


Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

Physical Layer PHY (1)




Definiert das Kabel/physikalische Medium, Volt, Frequenz, Antenne, Verstärker, HUB, Transceiver, T-Stück, Abschlusswiderstand, Topologie

- Beispiele: 10base5=thicknet, 10base10=thinnet, 10baseT=Twisted pairs, unshielded twisted pairs (UTP), FDDI, LWL, ...


Überträgt PDUs über Netzwerkkarte (Network Interface Card) und Kabel

- PHY überträgt einzelne Signale "0" oder "1" über das Kommunikationsmedium
 - Festlegen des Übertragungsmediums
 - des Übertragungsgerätes/Hardware-Interfaces
 - und der Datensignale (Bandbreite, Synchronisation, Multiplexing, etc.).
Beispielprotokolle: X.21, RS232C, V.24.
- IRQ, IO Adresse, 48 bit Mac Adresse, (heute Plug+Play)
- Medienkonverter arbeiten auf Layer 1




Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

17


Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

Oberhalb: Link Layer (2), Sicherungsschicht



Blöcke, Frames, Folgenummern, Prüfsummen, Flusskontrolle
Hardware: Bridge, Switch (Multiport Bridge)

Data Link layer (OSI layer 2) hat 2 sub-layers;

- Logical Link Control (LLC),
- Media Access Control (MAC).

Alle Geräte haben einmalige Media Access Control Adresse
MAC Adresse im Link Layer ->
Datenframes zwischen Physical Layer und Network Layer
MAC Adressen gehen nicht durch Router
IEEE Specification 802.2 definiert LLC,
IEEE Specifications 802.3 und 802.5 definieren
MAC für Ethernet und Token Ring.

Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

18



Datentransfer per Magnetband vs. Lastwagen

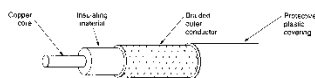
- Video Kasette (Exabyte) 7 Gigabyte
- Box mit 50*50*50 cm enthält 1.000 Bänder
- LKW fasst ca. 1.000 Boxen
- 24 Stunden jeden Ort in Deutschland
- 56.000 Terabit / 86.400 sec = 648 Gbps
- 1.000 mal schneller als 622 Mbps ATM
- 700 \$ Kassetten + 200 \$ Fracht



- Verwendet für Telefon
- auch verwendet für Ethernet
- 1 mm dicke Kupferdrähte, isoliert
- paarweise verdrillt, reduziert das Übersprechen
- Category 3: UTP Unshielded Twisted Pair
- Category 5: UTP stärker verdrillt, bessere Isolier.
- Category 7: STP einzeln abgeschirmte Paare



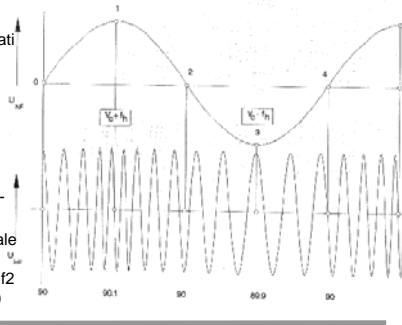
- Bessere Abschirmung, größere Entfernungen
- für hohe Frequenzen (HF-Kabel), Kabelfernsehen
- Bandbreite hängt von der Länge ab, z.B 1-2 Gbps bei 1 km Länge
- 50 Ohm für Ethernet und Antennen
- 75 Ohm für Video
- bis in den GHz-Bereich





Frequenzmodulation
FSK, FM
 („frequency shift keying“)

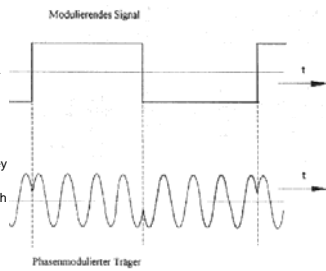
- UKW-Bereich
- Scharfe Kanal-trennung
- Einfache digitale Übertragung: „1“ = f_1 ; „0“ = f_2 (binary **BFSK**)





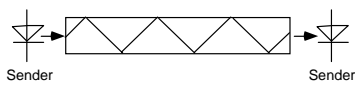
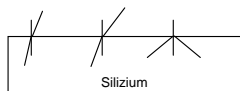
Phasenmodulation **PSK**
 („phase shift keying“)

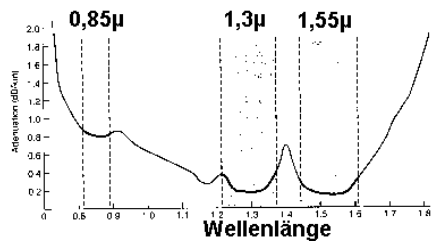
- Empfangstechnik PLL „phase locked loop“ Phasenregelkreis notwendig
- Phasenverschiebung z.B. 180 Grad Binary Phase Shift Key (BPSK)
- Implementierung durch Phasenumkehr (± 1)





- Informationsübertragung durch Lichtpulse
- Licht wird entlang der Ader weitergeleitet

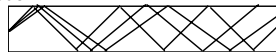






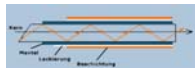
Multimode: 50 / 65 µm (ca. 40 Moden)

- Betrieb mit Leuchtdioden
- Dispersion



Monomode: 6-8 µm (ca. 5 Moden)

- Betrieb mit Laser-Dioden
- Feinstmechanik erforderlich



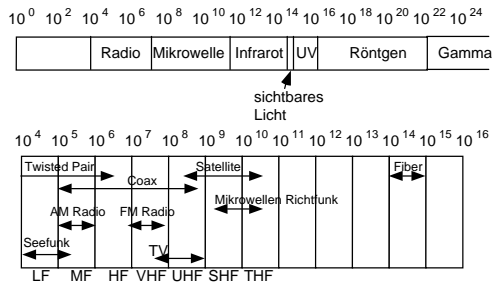
Faserarten:

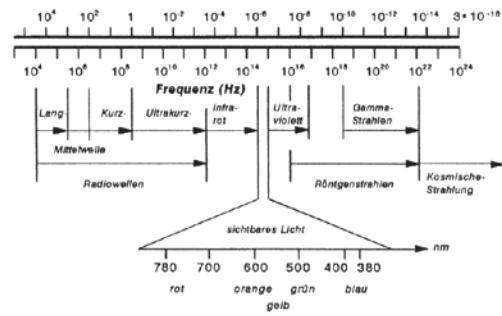
- Multimode-Stufenindexfaser
- Multimode-Gradientenindexfaser
- Singlemode / Monomode-Stufenindexfaser



- große Übertragungsbandbreite
- niedrige Signaldämpfung, ca 3 dB/km (vergleich: Coax: 17 dB/km)
- große Störsicherheit
- keine Potentialprobleme
- es werden keine elektromagnetische Felder abgestrahlt





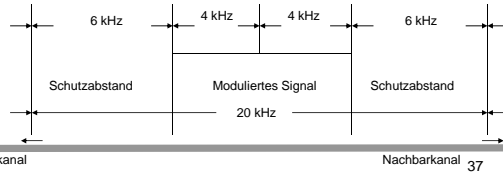




	Frequenzbereich Hz	Gesamte Bandbreite Hz	Kanalbandbreite Hz	Datenrate pro Kanal	Kanäle	Datenrate
Mittelwelle	300k-3M	2.700k	9k	-	200-300	-
UKW	30M-300M	270M	150k	-	>1.500	-
10 MBit Ethernet	0-30M	30M	30M	10MBit/s	1	10 MBit/s
100 MBit Ethernet	0-31,25M	31,25M	31,25M	100MBit/s	1	100 MBit/s
ISDN	0-80k	<80k	-	64/64/16kBit/s	3	144 kBit/s
T-DSL Senden	138k-276k	138k	4,3125k	4 kBit/s	32	< 128 kBit/s
T-DSL Empfangen	276-1.104k	828k	4,3125k	4 kBit/s	192	>768 kBit/s



- Wichtigste Ressource für die Übertragungstechnik
- Lichtgeschwindigkeit = Frequenz * Wellenlänge einer elektromagnetischen Schwingung
- Ab ca. 10 kHz kann drahtlos übertragen werden (VLF). Wellenlänge hier ca. 30 km !
- Höchste derzeit für Funkübertragungen genutzte Frequenzen sind 60 GHz und mehr..





Frequenzen, auf denen **bekannte Dienste** basieren

- **UKW:** 87,5 - 108 MHz Ultrakurzwellen
- **TV-Rundfunk:** 174-230 MHz, 470-790 MHz
- **T-DAB:** 223 - 230 MHz, 1452 - 1472 MHz
Terristischer Digitaler Rundfunk
- **DVB-T:** 470-862 MHz
Digitales Terristisches Fernsehen, MPEG 2, Überallfernsehen + Programminformation, 4-fach Nutzung der Frequenzen
- **Richtfunk:** 1,9 – 39,5 GHz
- **Zeitzeichensender:** 77,5 kHz
- **WLL (Wireless Local Loop):** 2.450-2.670 MHz, 3.410-3.600 MHz, 24,5-26,5 GHz
- **Satellitenfunk:** C-Band 6 / 4 GHz, ku-Band 14/11 GHz, ka-Band 29 / 19 GHz





- (Ruf)-Dienste (**ohne Sprachübertragung**):
 - **Eurosignal**, europäischer Funkrufdienst (seit 1974 - 1998)
 - Cityruf, Scall, Skyper, ERMES (europaweit)
 - **Fernwirk-** bzw. Funk-Rundsteuerung (129,1 kHz)
 - **GPS, D-GPS** (differential-Global Positioning System) 1.575 – 1.023 MHz
- Dienste **mit Sprachübertragung**:
 - **C-Netz** (1985 - 2000): 460 – 465,74 MHz / 450 – 455,74 MHz
 - (D-Netz → Tabelle nächste Seite)
 - **Betriebs- und Bündelfunk** (Chekker 410 – 430 MHz, TETRA)
 - **UMTS**: 1.900 – 2.025 MHz, 2.110 – 2.200 MHz (12 Blöcke à 2x5)



	Name:	Uplink: (MHz)	Downlink: (MHz)
GSM 400	GSM 450	450,4 - 457,6	460,4 - 467,6
	GSM 480	478,8 - 486,0	488,8 - 496,0
GSM 700	GSM 750	777,0 - 792,0	747,0 - 762,0
GSM 800	GSM 850	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0
GSM 900	P-GSM 900 (Primary GSM)	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0
	E-GSM 900 (Extended GSM)	880,0 - 915,0	925,0 - 960,0
	R-GSM 900 (Railways GSM)	876,0 - 915,0	921,0 - 960,0
	GSM 1800 (DCS 1800)	1 710 - 1 785	1 805 - 1 880
	GSM 1900 (PCS 1900)	1 850 - 1 910	1 930 - 1 990

Quelle: N. Hoffmann

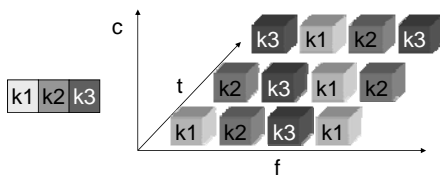



- Cluster sind eine Menge von Zellen; Frequency re-use
- Typischerweise 7 Frequenzen
- Wabenförmige Anordnung nur theoretisch → s. Antennendiagramme
- Schutzabstand mindestens 2 Zellen





- Kombinationen, z.B. Frequenz- und Zeitmultiplex
- TDM/FDMA ist Kennzeichen vom GSM-System
- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)




Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

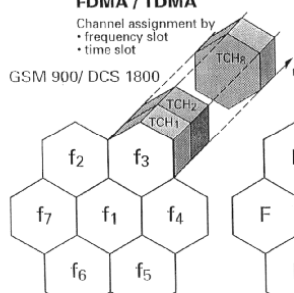
Zellplanung TDMA / CDMA

FDMA / TDMA

Channel assignment by

- frequency slot
- time slot

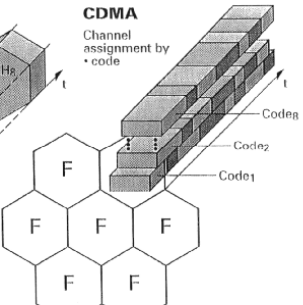
GSM 900/ DCS 1800



CDMA


Channel assignment by

- code



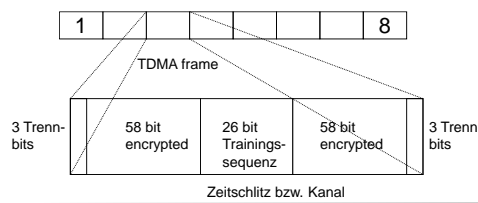
Source: ZL 5A 21
F = entire frequency band
CDMA Code division multiple access
TCH Traffic channel
F = f₁ + f₂ ... + f₇
FDMA Frequency division multiple access
TDMA Time division multiple access

43


Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste


Burst-Formate

- Burst: Datenrahmen innerhalb eines TDMA-Zeitschlitzes
- Kleinste logische Übertragungseinheit im GSM
- Nur Standard-burst wird gezeigt:
5 Burst-Typen insgesamt definiert (z.B. Trainingsburst, Synchronization burst, Access burst, Frequency correction burst)



Zeitschlitz bzw. Kanal

44

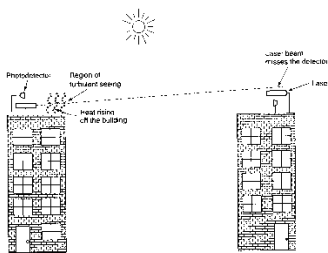

Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

Aber was macht denn nun bei PHY Ethernet?

- Medium und Zugriffsverfahren:
- Alle empfangen, alle können senden
- Carrier Sense + Multiple Access (CSMA/CD)
- Mindestlänge der Pakete berechnet aus der Übertragungsgeschwindigkeit und Übertragungsrate
- Zum Beispiel 10 Mb/s, 2.5 km Länge, 64 Byte
- Ethernet auch im Switching
- Nachteil: Kollisionen
- Oben drüber: ARP Adress Resolution Protocol
- Appletalk Variante = Ether Talk

45







Datenübertragung mit Telefontechnologien?

- V.24
- Modems
- ISDN
- ADSL
- SONET (Breitband)
- ATM
- Bluetooth
- DECT
- Satellitentelefon



V.24

- Schnittstellenleitungen nach ITU V.24
- Elektrische Eigenschaften:
 - Asymmetrisch V.28, V.10) – Symmetrisch nach V.11
- Datenübertragung asynchron oder synchron
- Max. Bitraten V.28=19,2 kbit/s,
V.10=100 kbit/sec, V.11=10 Mbit/s



- Punkt zu Punkt
- Unterschiedliche ISDN Verbindungsarten
- Asynchron bzw. Synchronbetrieb
- Bitratenadaption nach ITU V.110 asynchron,
V.120 bei synchroner Übertragung
- Datenkompression
- Verbindungssteuerung Wahlmodem
nach V.25bis oder Hayes



If we could shrink the Earth population to a village of precisely 100 people . . . with all existing human ratios remaining the same, it would look like this:

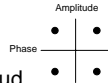
- There would be 57 Asians, 21 Europeans, 14 from the Western Hemisphere (North and South) and 8 Africans
- 51 would be female and 49 male
- 70 would be non-white, 30 white
- 70 would be Non- Christians, 30 Christians
- 50% of the entire worlds wealth would be in the hand of only 6 people and all 6 would be citizens of the U.S.
- 80 would live in substandard housing
- 70 would be unable to read
- 50 would suffer from malnutrition
- 1 would be near death, 1 would be near birth
- Only 1 would have a college education
- 2 would own a computer; 3 would be internet users
- 50 would never have made a telephone call
- 80 would regularly watch television

Telefon-Modems



- MODEM= Modulator Demodulator
- Telefon: 3 kHz = 2.400 baud/sec
- 300 bit/sec (Akustikkoppler, 70er Jahre)
- 1.200 / 2.400 / 9.600 bit/sec (80er Jahre) V.32
- 14.4 kbit/sec (Fax) V.32 bis
- 28.8 / 33.6 kbit/sec (90er Jahre) V.34, V.42

- Entwicklung: Mehr bit pro baud
- V.32: QAM 4 bit/baud, V.34: 12 bit/baud



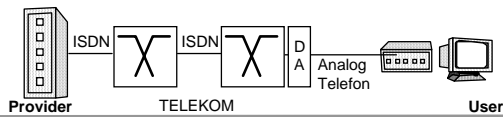
V.90



- 56 kbit/sec Richtung User
- Deutlich weniger Richtung Provider
- Umgeht den Tiefpass im Telefonsystem

V.90 Provider
Modem

V.90 Modem



ISDN



- Integrated Services Digital Network
- Mit einem Anschluss zwei Telefone
- Outband Signaling über den D-Kanal

144 KBit
Twisted Pair
S0



D-Kanal 16 K-Bit
B-Kanal 64 K-Bit
B-Kanal 64 K-Bit



ISDN Datenübermittlung 64 kb/s

- Nur Punkt-zu-Punkt
- Bitrate 64 kb/s
- Wählverbindung, vorbestellte Dauerverbindung (national)
- D-Kanal Protokolle 1 TR6, DSS1 (international)
- Datenkompression nach V.42bis (+ HDLC ähnliches Sicherungsprotokoll wie LAP-M – Link Access Procedure for Modems oder aus ITU V.120)
- V42bis Kompression datenabhängig bis zu Faktor 2 ermöglicht ca. 100 kb/s über B Kanal



Bandwidth on demand

- N*S0 (also 2*n B Kanäle) oder
- S2M (30 B Kanäle) = bis zu 1.92 Mb/sec

Probleme:

- Wahl: Manuelle Steuerung, feste zeitabhängige Steuerung, automatische Zuordnung nach Bedarfsschätzung, automatisch durch DV Anwendung
- Signallaufzeiten
- Pufferung zur Zusammenführung
- Leider kein einheitlicher Standard für Bündelung, die internationale BONDING Group arbeitet daran (noch immer)



ISDN Bündelungsverfahren

- H. 221: Struktur von Informationsframes für Ton und Bild von 64-1920 kb/s
- X.25/MLP Bündelung (HDLC), die auf verschiedenen physikalische Leitungen splittet

Dynamischer Verbindungsaufbau und Abbau

- Short Hold Mode (Gebühren sparen, taktunabhängig), logische Sitzung bei automatischer Unterbrechung/Wiederaufnahme
- Ideal, wenn an Gebührentakt orientiert



Verbindung zu analogen Partnern per TA a/b

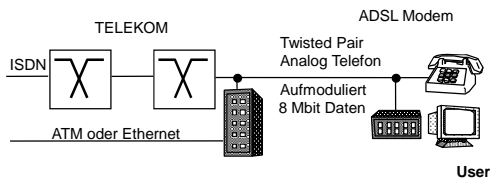
V.24/V.28

- kann Punkt zu Punkt im ISDN,
- Übergang zum analogen Netz,
- Bitrate vom Modemtyp abhängig



Asymmetric Digital Subscriber Line (Chen 1994)

- Ca. 2 Mbit/s permanent eingeschaltet





ADSL 1 – auf MPEG 1 Distribution ausgelegt:

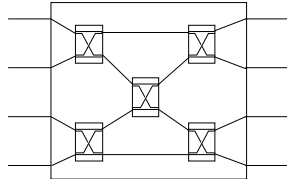
- Downlink 1.536 Mb/s (T1)
- Uplink 16 kb/s
- Analoges Telefonkanal 4 kHz oder B+B ISDN

In USA ADSL 2, 3, auf MPEG 2 ausgelegt

In Deutschland Angebot Telekom nach
Europäisch üblichen Standards + ISDN + T-
Online



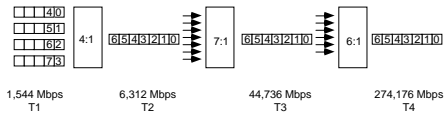
Kommunikation von jedem zu jedem






SDH: Synchronous Digital Hierarchy
SONET: Synchronous Optical Network

- Zusammenfassung von Verbindungen
- Time Division Multiplexing






SONET		SDH	Datenrate
Electrisch	Optisch	Optisch	
STS-1	OC-1		49.536
STS-3	OC-3	STM-1	148.608
STS-9	OC-9	STM-3	445.824
TS-12	OC-12	STM-4	594.432


Flexibler Multiplexer (FMUX)
Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste


Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

64


Add-/Drop-Multiplexer (ADM)
Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

65


Cross-Connect
Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

Universität
Potsdam
Institut für
Informatik

66

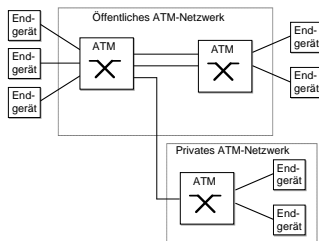



- STM (Synchon Transfer Modus)
- Synchron
- Vielfache von ISDN
- 2 Mbit/s, 155 Mbit/s

- ATM (Asynchon Transfer Modus)
- Asynchron
- Alle Bandbreiten
- [Siehe hierzu gesonderte Präsentation](#)



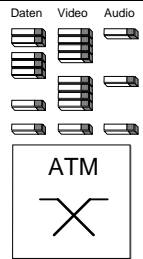
- ATM: Breitband ISDN
- WAN-Netzwerk für Daten
- Asynchron
- garantierte Bandbreiten
- Öffentlich und Privat





Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

ATM-Cellen

Daten Video Audio

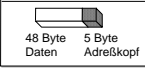


ATM




Aufbau einer ATM-Zelle

48 Byte Daten 5 Byte Adreßkopf

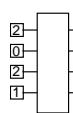


70

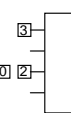

Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

Zell-Pufferung in ATM


Zustand 1



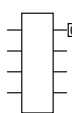
Zustand 2




Zustand 3



Zustand 4



71


Netzwerktechnologien und multimediale Teledienste

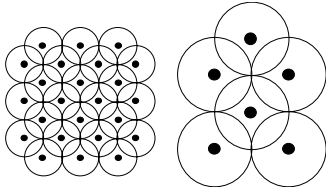
Probleme von ATM bezüglich Internet

- Kleine Paketgröße
- Bei Verlust einer Zelle: Wiederholung des gesamten IP-Paketes
- Verbindungsaufbau dauert bis zu mehreren Sekunden
- Jitter

72



- Größere Funkzellen erfordern mehr Sendeleistung, jedoch weniger Infrastruktur





- Vielfachzugriffsverfahren
- Ausgangssituation: Kapazitäten heutiger Mobilfunksysteme werden bereits zur Jahrtausendwende erschöpft sein.
- Notwendigkeit, das Mobilfunkspektrum effizienter zu nutzen

- Das geschieht mit flexiblen Multiplexmechanismen
- **F**requenzmultiplex (FDMA),
- **Z**eitmultiplex (TDMA),
- **C**odemultiplex (CDMA)
- oder **R**aummultiplex
- oder eine **beliebige Kombination** dieser Prinzipien (SDMA)



- Blue Tooth Funk im Nahbereich
- Lokale drahtlose Netzwerke
 - IEEE 805.11
 - DECT
- GSM / UMTS zellulär
- Erdnahe Systeme (20 km)
- Satellitenbasierte Systeme



Daten des Layers 1 und 2

- 32 kbit / sec, ADPCM, 120 Kanäle
- 10 mW bis 250 mW maximal (Handys = 800 mW, 2W)
- OutBand Signaling
- GFSK Modulation (Gaussian Frequency Shift Keying)
- pro Transceiver gleichzeitig 12 Verbindungen
- DC S/A (Dynamic Channel Selection / Allocation)
- TDMA (Time Division Multiple Access)
- TDD (Time Division Duplex)



Digitale, zellulare Netzbetreiber in Deutschland

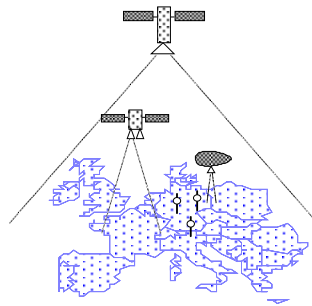
- (Wer erinnert noch das alte analoge zelluläre A und B Netz?)
- C-Netz (analog zellular), etc.
- D1-Netz, GSM 900, DeTeMobil, Deutsche Telekom MobilNet GmbH,
- D 2-Netz, GSM 900, Mannesmann Mobilfunk GmbH,
- E1-Netz, E-Plus Mobilfunk GmbH, DCS 1800 Standard, Frequenzbereich 1710-1880 MHz
- E2-Netz, VIAG Interkom GmbH & Co., DCS 1800-Standards, Frequenzbereich 1710-1880 MHz
- E3-Netz, kommt noch
- Typisch: Versorgungspflichten für Bevölkerung mit festgelegtem Zeithorizont



- Infrarot-Licht als Übertragungsmedium
- beschränkt auf begrenzte Bereiche
 - Grenzen: Zimmerwände, Gegenstände, Personen
- Einsatz mehrerer Sender/Empfänger, um Schatten zu vermeiden
- Störeinflüsse durch Sonnenlicht oder Fernbedienungen



Typ	Höhe	Signal-laufzeit	Deckung	Systeme Erforderlich
GEO (Geosynchronous Orbit)	36.000 km	1/4 Sec	Kontinent	1
MEO (Medium Earth Orbit)	13 000 km 16 000 km	1/500 Sec		5
LEO (Low Earth Orbit)	1600 km	1/100 Sec		20-90
HALE (high-altitude, long endurance platforms)	20 km	-	Stadt	1 pro Stadt
Funktürme		-	Bezirk	tausende





Referenzen

www.wikipedia.de

Literatur

- Andrew A. Tanenbaum:
Computer Networks,
Prentice Hall International Editions
- Bay Networks: ATM LAN Guide
Fossil Edition Netze
- DATACOM: Lexikon ISDN
Thomson Publishing
