

xDSL-Technologien

DSL wird über die bereits verlegten zwei oder vier Kupferleitungen übertragen. Es werden andere – höhere - Frequenzbereiche als für das Telefonsignal verwendet. Eine hohe Übertragungsrates ist dadurch möglich. DSL kann parallel zum normalen Telefon genutzt werden. Ein Fax, ein analoges Telefon oder der ISDN-Anschluss stehen auch während des DSL-Betriebes zur Verfügung. Der Internet-Zugang ist wie bei einer Standleitung stets verfügbar.

Das analoge DSL-Signal wird zwischen dem DSL-Modem des Kunden und dem nur wenige Kilometer entfernten Vermittlungsstelle übertragen.

- Vom Kunden kommend wird das analoge Signal an der Vermittlungsstelle, an der sich der DSL-Multiplexer DSLAM befindet, in ein digitales Signal umgewandelt.
- In der Gegenrichtung wird im DSLAM das digitale Signal in ein analoges umgewandelt.

Das digitale Signal wird vom DSLAM über eine breitbandige Glasfaseranbindung zu einem Konzentrator (74 Standorte der Telekom in Deutschland (10 Kern- und 64 regionale Standorte), Kaiserslautern und Karlsruhe sind die nächsten zu Landau??) geleitet. Von dort geht es in den Backbone des Providers.

Durch die hohe Kapazität des Backbones kann die Leitung besser ausgenutzt werden als bei analoger oder ISDN-Datenübertragung, da die Daten nicht mehr über das herkömmliche Telefonnetz übermittelt werden müssen. Bei DSL gibt es weiterhin verbesserte Modulationsverfahren und die Nutzung einer größeren Bandbreite (Details unten).

DSL kommt über die beiden Telefondrähte ins Haus. Es ist weiterhin eine Weiche erforderlich, Splitter genannt.. Dieser Splitter trennt die Telefonate von den DSL-Daten. Danach kommt ein Modem. Er, der Modem, kann direkt mit dem PC verbunden werden. Sind mehrere PC's im Haus und sitzt hinter dem Modem ein sogenannter Router (Verteiler). Die meisten Haushalts-Router haben bereits ein DSL-Modem eingebaut.

DSL über Telefon oder über Kabel verwenden unterschiedliche Protokolle:
Für DSL wird PPPoE (Point-to-Point over Ethernet) eingesetzt. Hat man zu Hause einen Kabelanschluss, dann wird beim Kabelmodem das normale Ethernet-Protokoll 802.3 verwendet.

Der Weg zu hohen Bandbreiten führt stets über höhere Frequenzen. Je schneller elektromagnetische Wellen schwingen, desto mehr Informationen können sie übertragen. So kam beim Radio **erst MW** (Mittelwelle, schlechter Mono-Klang), **dann UKW** (Ultrakurzwelle, HiFi-Stereo), beim Fernseher ging es **von VHF** (Very High Frequency) **zu UHF** (Ultra High Frequency). Bei den Mobilnetzen kamen nach dem **D-Netz** (900 MHz) das **E-Netz** (1800 MHz) dann **UMTS** (2000 MHz). WLAN liegt bei 2,4 GHz und 5GHz. ABER: Schnell schwingende elektromagnetische Wellen strahlen aus, die Signale versiegen und die Dämpfung nimmt mit zunehmender Frequenz (und Leitungslänge) zu. Bei der Telefonleitung wurde durch die Einführung von ISDN die Frequenz von 4000 Hz auf 130 000 Hz (130 kHz) hochgeschraubt, von 56 kBit/s auf 2*64 kBit/s Übertragungsrates für den PC-Anschluss. Seit 1999 gibt es DSL mit Frequenzen von 138 kHz bis 1104 kHz beim ISDN Anschluss (1,1 MHz, entspricht der MW in der Luft).

Die Bandbreite für DSL beträgt somit $1104-138=966$ kHz. Diese Bandbreite wird für 244 je 4312,5 Hz breite Kanäle genutzt. **Die tieferen 32 Kanäle dienen dem Senden (upstream) und die höheren 192 Kanäle dem Empfangen, also asymmetrisch**, deshalb ADSL. Um den Kunden über die vorhandenen Kupferdoppeladern den Anschluss an das Hochgeschwindigkeitsnetz zu bieten wurde eine Breitband-Übertragungstechnologie entwickelt, welche als DSL-Technologie bekannt wurde. Von der DSL-Technologie gibt es mittlerweile verschiedene Varianten.

Die DSL-Technik (**Digital Subscriber Line**) ist ein Sammel- oder Überbegriff und darunter wird eine Gruppe verwandter Übertragungsverfahren, welche zwischen **Netzknoten** und **Endeinrichtungen** eingesetzt wird, verstanden.

Diese Technik ermöglicht die Nutzung der vorhandenen Kupferdoppeladern zur Übertragung **höherer Datenraten**, als mit Modems oder ISDN-Anschlüssen erreichbar sind.

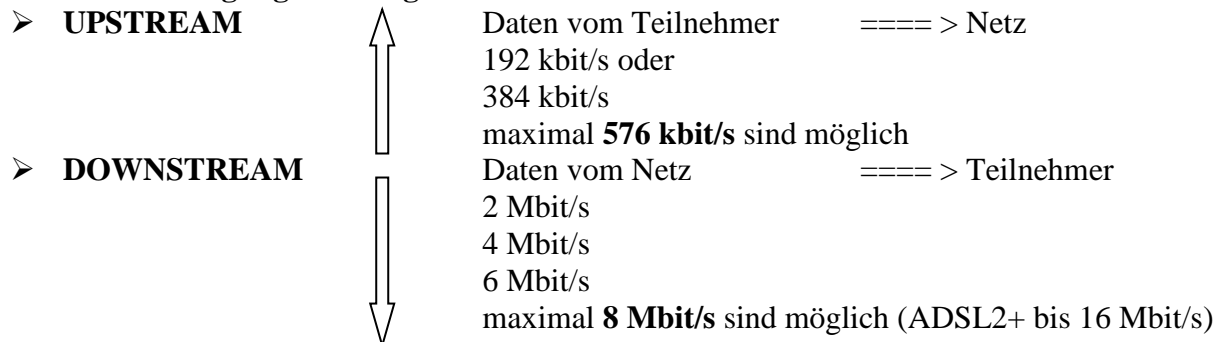
=== > Dadurch wird eine Verbindung zu einem Breitbandnetz und ins Internet realisierbar, **ohne dass eine neue Anschlussleitung verlegt werden muss.**

Das ADSL Übertragungsverfahren wurde entwickelt, um **gleichzeitig** mit einem analogen Telefon (POTS = Plain Old Telephone Service) einen Breitbanddienst (z.B. Internetzugang) und einen Telefondienst über die herkömmliche zweiadrige Telefon-Anschlussleitung zu ermöglichen.

Ab dem Netzknoten werden die Signale im Netz in der ATM-Technik übertragen! ATM und ADSL verknüpfen zwei innovative Technologien über herkömmliche Kupferkabel zu einem günstigen Preis.

ADSL bedeutet Asymmetric Digital Subscriber Line.

Bei der **Übertragungsrichtung** wird unterschieden zwischen:



Up- und Downstream sind unterschiedlich, also asymmetrisch; dies ergibt sich aus dem Kundenverhalten. Es wird mehr aus dem Netz heruntergeladen als hoch.

(Wer nahe genug an der Vermittlungsstelle wohnt kann in Zukunft mit ADSL2+ 25 Mbit/s im Download und 3,5 Mbit/s im Upload bekommen.)

Folglich wird bei den **Übertragungsverfahren** unterschieden zwischen:

- **Symetrische Verfahren** die übertragbare Datenrate in beide Richtungen ist gleich eher für Buisness User , welche mehr Upload benötigen.
- **Asymetrische Verfahren** die übertragbare Datenrate in beide Richtungen ist nicht gleich. Es gilt: DOWNSTREAM > UPSTREAM eher für Privatkunden, welche mehr downloaden.

ADSL (Asynchrones DSL-Verfahren) das zur Zeit **am häufigsten** eingesetzte DSL-Verfahren und es wird zwischen zwei grundsätzlichen Einsatzbereichen unterschieden:

1. Konstante Verbindung und ausschließlicher Zugang zum Internet, ähnlich einer Standleitung. Die Abrechnung kann über Zeit, das übertragene Datenvolumen oder über eine Flatrate erfolgen.
2. **ADSL basiert auf der ATM Technologie** und über diese normale Telefonleitung kann Telefon, Internet und Fernsehen angeboten werden.

ADSL Technik:

ADSL wird über die Telefon-Kupferdoppelader übertragen (**Data over Voice**) und erfordert einen speziellen Netzabschluss im Netzknoten und ein entsprechendes Gegenstück beim Teilnehmer.

Beide werden als Modem bezeichnet, da im Netzabschluss und beim Teilnehmer jeweils eine Modulation/Demodulation vorgenommen wird.

Im Prinzip werden bei der ADSL-Technik Frequenzen auf dem Kupferkabel übertragen, welche über dem des Telefons liegen.

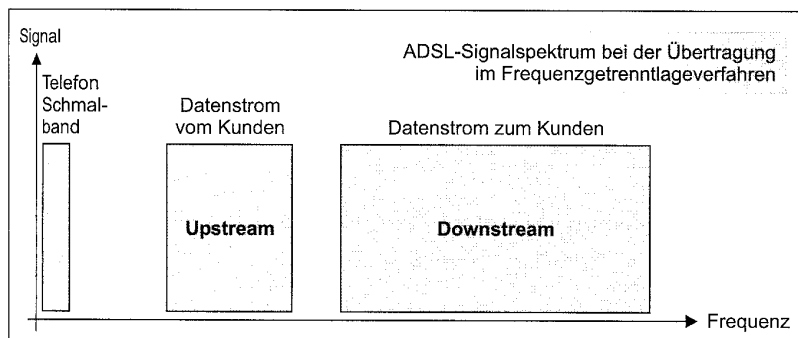
Sind die Bedingungen optimal, dann wird auf jedem der 192 Downstream-Kanäle pro 4 kHz Frequenzbereich je 15 Bit übertragen, macht 60 kBit/s pro Kanal und somit **11,52 Mbit/s insgesamt - theoretisch**. Bei schlechten Bedingungen mit 1 Bit sind es nur 768 kBit/s.

Das kommende ADSL2+ erweitert den Übertragungsfrequenzbereich auf 2,208 MHz. Also kommen 256 Kanäle mit je 4312,5 Hz dazu. Die Ladegeschwindigkeit steigt auf **theoretische 24 Mbit/s**.

Breite je Kanal	Kanäle	Frequenzbereich	
ISDN- Bereich		138.000 Hz	} 966 kHz
4312,5 Hz	192 Kanäle	828.000 Hz	
4312,5 Hz	32 Kanäle	138.000 Hz	
4312,5 Hz	256 Kanäle	1.104.000 Hz	
		2208000 Hz	
		= 2208 kHz	
		= 2,208 MHz	

Erhöht man die Geschwindigkeit noch weitert auf **50 Mbit/s (VDSL)**, dann müssen Glasfaserleitungen die Daten in den Straßenverteiler oder den Keller leiten. Der Rest ist Draht-DSL.

Fernsehkabel ist Koaxialkabel, erreicht ca. 15 Millionen Kunden in Deutschland und hat Download-Datengeschwindigkeiten von bis zu 36 Mbit/s; angeblich sollen 200 Mbit/s möglich sein.



Unterschieden werden muss zwischen dem analogen und dem ISDN Anschluss:

Analog:

Für das analoge Telefonsignal werden 4 kHz benötigt. Dann kommt bis 16 kHz die Übertragung der Zählimpulse.

Die ADSL-Frequenzen liegen zwischen 20 kHz und 1,1 MHz.

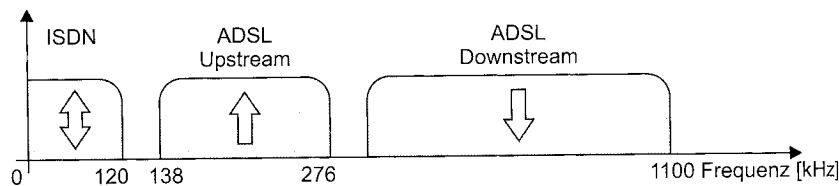
Upstream liegt bei 20 kHz und Downstream bei 100 bis 1100 kHz.

ISDN:

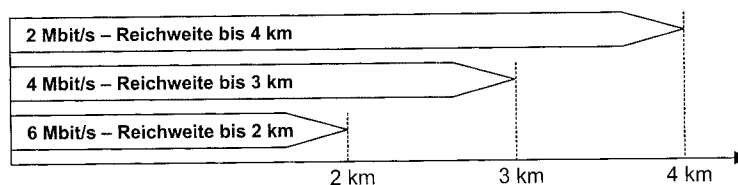
Für das ISDN Telefon werden 120 kHz benötigt. 2 B Kanäle + 1 D und 1 Synchronisationskanal machen 160 kbit/s und daraus ergeben sich 160 kHz. Durch eine spezielle Codeumwandlung kommt man auf 120 kHz.

Die ADSL-Frequenzen liegen zwischen 138 kHz und 1,1 MHz.

Upstream liegt zwischen 138 und 276 kHz und Downstream geht bis 1100 kHz.



Die **ADSL Reichweite** ist abhängig von der Bandbreite



Dabei gilt:

=== > Je höher die Reichweite der Übertragung, desto geringer ist die Übertragungsrate.

Die **Reichweite** wird bestimmt durch:

- eine frequenzabhängige Dämpfung der Leitung
- Störeinflüsse durch Funkdienste sind möglich
- Störeinflüsse durch elektrische Geräte sind möglich
- Störeinflüsse durch andere Leitungen sind möglich
- Störeinflüsse durch Einkopplungseffekte (Nebensprechen) sind möglich

Die verschiedenen DSL-Verfahren, deshalb **xDSL**, decken unterschiedliche Frequenzbereiche ab. Neben **ADSL** sind einige andere Übertragungsverfahren im Einsatz, die sich Bezug auf:

- -Symmetrie
- -Übertragungsrate und
- -Reichweite

unterscheiden.

- **ADSL** - Asymmetric Digital Subscriber Line, eine asymmetrische Datenübertragungstechnologie, Datenübertragungsraten von 8 MBit/s zum Teilnehmer (Downstream) und 1 MBit/s in der Gegenrichtung (Upstream), häufigstes DSL-Verfahren,
- **ADSL2** - bis zu 25 Mbit/s Downstream und 1 MBit/s Upstream, die Geschwindigkeit wird dynamisch ausgehandelt, größere Reichweite als ADSL, für HDTV,
- **HDSL** - High Data Rate Digital Subscriber Line, eine symmetrische Datenübertragungstechnologie mit Datenübertragungsraten zwischen 1,54 und 2,048 MBit/s,

- SDSL (G.SHDSL) - Symmetrical Digital Subscriber Line, eine symmetrische Datenübertragungstechnologie mit Datenübertragungsraten von bis zu 3 Mbit/s symmetrisch, das heißt im Downstream und im Upstream; bei vieradriger Anschaltung (zwei Kupfer-Doppeladern) können maximal 4 Mbit/s übertragen werden, nur für ISDN Anschlüsse, Weiterentwicklung von HDSL,
- VDSL - Very High Data Rate Digital Subscriber Line, eine sehr schnell Datenübertragungstechnologie, asymmetrische Variante: Datenübertragungsraten von 25 bis 100 MBit/s im Downstream (theoretisch bis 200 MBit/s) beziehungsweise 5 bis 10 MBit/s im Upstream arbeitet, für Triple-Play gedacht, seit Oktober 2006, in China, Japan und Südkorea verbreitet, Dieses schnelle Verfahren eignet sich für
 - sehr breitbandige Multimediaübertragungen
 - Datenübertragung im Nahbereich von Vermittlungsstellen oder
 - Datenübertragung zwischen Netzknoten.
- UADSL, UDSL - Universal (Asymmetric) Digital Subscriber Line, nur in den USA, hat sich nicht durchgesetzt, einfach und langsamer als ADSL, kostengünstig, kommt ohne Splitter aus.

Voice over DSL (VoDSL)

Mit dieser Technik können bis zu 8 (16) Telefongespräche bei gleichzeitige Internet-Zugang über eine einfache zweiadrige Kupferleitung übertragen, werden.

Die Leitung vom Teilnehmer zur Vermittlungsstelle wird an beiden Enden auf ein digitales Modem geführt. Bei VoDSL wird an den Endstellen kein Splitter mehr verwendet, der die niederfrequenten analogen Sprachsignale von dem hochfrequenten digitalen Datenstrom trennt, sondern die Sprachsignale werden in digitale Sprachpakete umgewandelt, die in den DSL-Datenstrom eingeschleust und zur Vermittlungsstelle geschickt werden.

Der Paketstrom mit Sprach- und Datenpaketen gelangt von der Vermittlungsstelle z. B. über ein ATM-Netz auf ein Gateway, in dem Sprache und Daten getrennt werden. Der Datenstrom wird auf ein IP-Netz geleitet, der Sprachverkehr gelangt in ein Telefonnetz (PSTN).

Der wesentliche Unterschied zwischen Sprachübertragung und Datenübertragung besteht darin, dass schon relativ geringe Verzögerungszeiten (Latenzzeiten) bei der Sprachkommunikation von den Gesprächsteilnehmern als störend empfunden werden.

Dagegen ist die Datenkommunikation gegenüber Verzögerungen weitgehend unkritisch; sie kann daher in den Sprechpausen übertragen werden. Bei gemeinsamer Nutzung der Leitung, erhält die Sprachverbindung immer den Vorrang.

Unvermeidbare Verzögerungen entstehen in den einzelnen Blöcken des Übertragungsweges in Kodierern, in Multiplexern, bei der Paketierung und im Übertragungsnetz. Nach einer Empfehlung der ITU soll die maximale , Verzögerung 150 ms nicht überschreiten. Die Gesamtverzögerung in DSL-Systemen liegt im Bereich von 20 bis 50 ms. Der obere Wert von 50 ms wurde z. B. auf einer Verbindung von Europa nach San Francisco erreicht.

Die VoDSL- Technik ist besonders geeignet für kleine und mittelständische Unternehmen, die nach Untersuchungen etwa 7 % ihrer Ausgaben für Datendienste und 93% für Sprachdienste aufwenden. Hier lassen sich neben einer effektiveren Nutzung für Kunden und Netzbetreiber auch erhebliche Kosteneinsparungen erzielen.

➤ Im Netzknoten:

Hier befindet sich ein Modem mit der Bezeichnung

ATU-C (ADSL Transmission Unit Central Office)

ATU-C arbeitet als Zentrale des Übertragungssystems.

Es empfängt das Upstream Signal und sendet das Downstream Signal.

Dieses Downstream –Signal wird auf die Anschlussleitung gelegt und wird dem Telefonsignal überlagert. Diese Überlagerung bewerkstelligt ein sogenannter **Splitter**.

➤ Beim Teilnehmer:

Hier befindet sich ein Modem mit der Bezeichnung

ATU-R (**ADSL Transmission Unit Remote**)

ATU-R empfängt das Downstream Signal und sendet das Upstream Signal. Ein Steckernetzteil versorgt es mit Spannung.

An die Benutzerschnittstelle UNI (User Network Interface) kann ein PC mit einer Netzwerkkarte angeschlossen werden.

Die Entfernung zwischen ADSL-Netzabschluss und Endgerät darf in Abhängigkeit vom verwendeten Kabel 100 m und mehr betragen

Auch beim Teilnehmer gibt es einen Splitter. Er ist eine Frequenzweiche und ist aus passiven Bauelementen (Widerstände, Spulen Kondensatoren) aufgebaut, damit er auch bei Stromausfall noch funktionstüchtig ist. Er wird entweder über eine codierte RJ-11-Buchse oder über einen Klemmkontakt mit der Anschlussleitung verbunden.

Für die Verbindung zum NTBA ist eine NFN-codierte TAE-Buchse in den Splitter integriert.

Für die Verbindung des ADSL-Modems (ATU-R) ist eine RJ-45-Buchse in den Splitter integriert. Die Verbindung zwischen Splitter und Modem ist 4-adrig.

Zur Richtungstrennung der Upstream- und Downstream-Signale werden entweder das Frequenzgetrenntlage-Verfahren oder das Echokompensations-Verfahren eingesetzt. Die beiden Verfahren unterscheiden sich in der Aufteilung des verfügbaren Frequenzbereiches.

Die Echokompensation ist aufwendiger und teurer als das Frequenzgetrenntlage-Verfahren, bietet jedoch eine größere Reichweite, da auch Downstream die tieferen Frequenzen genutzt werden können. Beide Verfahren sind nicht kompatibel zueinander; sie entsprechen dem ANSI-Standard (American National Standard Institut) und sind nur in Verbindung mit POTS einsetzbar.

DSL-Light kommt bei schlechter, aber nicht zu schwacher Leitung als Ersatz in Frage:

Downstream 384 kBit/s

Upstream 64 kBit/s.

Bei allen ADSL-Varianten wird ein bestimmtes Übertragungsverfahren angewandt:

=== > **DMT (Discrete Multitone Transmission)**

Bei diesem Verfahren wird der auf der Anschlussleitung verfügbare Frequenzbereich in 255 schmale Frequenzbänder zerlegt.

In der Mitte eines jeden Frequenzbandes liegt die jeweilige Trägerfrequenz (f_{T1} , f_{T2} , f_{T3} usw.).

In jedem dieser Frequenzbänder wird ein eigener Übertragungskanal aufgebaut, über den jeweils eine Datenrate von maximal 32 kbit/s übertragen werden kann. Vor der Inbetriebnahme des Systems wird jeder Kanal auf seine Übertragungsqualität geprüft.

Die Qualitätsprüfung der einzelnen Kanäle in einem ADSL-System wird als Bitallokation bezeichnet. Die Bitallokation prüft, wie viele Bits auf jedem einzelnen Kanal übertragen werden können.

Ist die Qualität eines Kanals gut, dann wird über ihn eine hohe Bitrate übertragen.

Ist die Qualität eines Kanals schlecht, dann wird über ihn eine geringere Bitrate übertragen.

Die Zuteilung der Bitraten für die einzelnen Kanäle wird durch eine Software gesteuert.

Dadurch kann sich das System immer optimal an die Übertragungsqualität der Kanäle anpassen. Die Summe der einzelnen Bitraten der einzelnen Kanäle stellt die vom System insgesamt übertragene Datenrate dar.

Um diese Bitraten an die im Netz angewandte Übertragungstechnik anzupassen und gleichzeitig mehrere Anschlüsse zusammenzufassen, werden im Netzknoten sogenannte Zugangsmultiplexer (DSLAM **DSL Access Multiplexer**) eingesetzt. Bei ADSL2+ wird die Bandbreite des Signals auf 2,2 MHz erhöht.

Wer in Zukunft **TRIPLE PLAY** (Internet, Telefonie, VoIP und IP-TV) über eine DSL-Leitung nutzen möchte, kommt an High-Speed DSL nicht vorbei also **ADSL2+** oder besser noch der Nachfolger **VDSL!!!**

Das Streamen von Videodaten, Video on Demand (VoD) gehören ebenfalls dazu.
Der 6 Mbit/s Anschluss stößt an seine Grenzen.

Der Hauptanwendungsbereich für ADSL ist die Bereitstellung eines breitbandigen Internetzugangs für Privatkunden. Zum schnellen Surfen im Internet sollte allerdings auch ein gewisses Minimum an Computerleistung vorhanden sein.

Die Standard-Datenschnittstelle auf der Teilnehmerseite ist 10BaseT-Ethernet.

Voraussetzung für die Nutzung von ADSL ist eine **maximal** 4 km lange individuelle, d.h. nur von **einem** Teilnehmer genutzte Kupfer-Doppelader-Anschlussleitung. Wird die Leitung von mehreren Teilnehmern genutzt (Leitungsmultiplex) oder ist der Anschluss über Lichtwellenleiter hergestellt, war der Netzzugang über ADSL bisher nicht möglich. Mittlerweile ist die Glasfaseranbindung technisch machbar.

Schnelles Internet auch für Glasfaserverkabelte (aus: FAZ, 28. März 2006)

Über Glasfaser will die Telekom **bis 2007** in **fünfzig** großen deutschen Städten Datenanschlüsse bis **50 Megabit** in der Sekunde anbieten. Die momentan (März 2006) stark nachgefragte DSL-Technik – DSL wie „digital subscriber line“, digitalisierte Anschlussleitung- allerdings klappt **nur bei Kupfer-Anschlussleitungen** oder ganz einfach (und dann nicht DSL genannt) über die metallischen Koaxialleiter der Fernsehkabel. Die **Glasfaser**-Infrastruktur am Rande des Telefonnetzes ist für DSL-Datenanschlüsse hingegen **hinderlich**. Werden die Telefonate auf dem Weg zwischen Vermittlung und Teilnehmer zwischendurch von Strom in Licht und wieder zurück gewandelt, liegen irgendwo Glasfaser im Weg, dann bekommen Kunden das jetzt schmerzlich zu spüren: DSL steht für sie nicht zur Verfügung. Doch gerade in die optische Technik hat die Telekom wie keine andere Telefongesellschaft investiert. Allein in den Jahren 1993 bis 1995 wurden 1,2 Millionen Glasfaseranschlüsse, zumeist in den neuen Bundesländern verlegt. Aber diese Kunden wollen auch mit DSL versorgt werden. Die Telekom schätzt die Zahl auf 3,5 Millionen, Konkurrenten auf bis zu 8 Millionen. Jetzt wird aufgerüstet: **In diesem Jahr sollen für 50 000 Glasfaserkunden Anschlussmöglichkeiten geschaffen werden.**

== >Dafür sind rund tausend „Outdoor-DSLams“ geplant.

Bei den seit mehr als 100 Jahren üblichen Kupferdrähten für das Telefon ist es ein leichtes, huckepack über Trägerfrequenzen zusätzlich weitere Telefonate (ISDN), Rundfunk oder – neuerdings – in großer Menge Daten zu übertragen. Glasfaserkabel haben zwar grundsätzlich eine weitaus höhere Übertragungsleistung. Die muss aber durch teure Anschalttechnik freigesetzt werden, von Licht in Strom gewandelt werden. Genügt bei Kupfer ein passiver Hochpassfilter, um DSL von der Telefonsprache (bis 3400 Hz) zu trennen, muss bei der Glasfaser ein stromversorgter, aktiver Abschluss dran, ein „**Onu**“ wie „optical network unit“.

In Westdeutschland wurde von 1994 bis 1997 etwa 10 Prozent aller Telekomkunden mit „**Hytas**“, dem hybriden Teilnehmeranschlusssystem“, angeschlossen. Schnelle Glasfaserleitungen führen weit hinaus aus dem Vermittlungsamt bis zum Kabelverzweiger an der Straßenecke, und dann erst geht es mit Drähten zu den Kunden. In die großen und

stromversorgten Hytas-Verzweiger baut die Telekom jetzt vielfach DSL-Modems ein. So etwas nennt sich **Dslam** wie „digital subscriber line access multiplexer“.

Ein Dslam trennt Telefonieren von Daten und schickt sie getrennten Wegs ins Internet. Weil die Verteiler draußen an der Straße stehen heißen sie „Outdoor Dslams“. Dieselben Platinen, die sonst im Amt 32 Teilnehmern DSL bringen, arbeiten im Straßenschrank. Die Daten werden durch Glasfasern fortgeführt. Dafür sind andere Leitungen als die bereits für Telefon verwendeten nötig, sogar zwei: eine hin und eine zurück. Glasfaser liegt im Bündel zu 12 Leitungen unter der Erde. Einschränkungen bringt die Kupferleitung, welche nach vier Kilometern DSL langsamer macht. Deshalb setzt die Telekom in ländlichen Gegenden mit langen Teilnehmeranschlussleitungen ebenfalls abgesetzte Dslams ein.

Die Glasfasertechnik Hytas unterscheidet sich von dem meist im Osten eingesetzten „Opal“-System. Opal steht für „Optischer Anschluss“. Ein Nachrüsten für DSL ist bei Opal wenig wirtschaftlich. Dennoch bemüht sich die Telekom seit 2002 darum. Sonst hilft nur Anbindung über Funk, sei es zu Satelliten oder terrestrisch über W-Lan und besonders Wimax.

Alternativen zu DSL:

Highspeed via Kabel

- Deutschlandkabel bietet über das Fernsehkabel einen Highspeed-Zugang an.
Es ist kein Telefonanschluß notwendig, aber ein rückkanalfähiges Breitbandkabel.
Downstream 4 Mbit/s
Upstream 512 kBit/s

DSL per Satellit

- **Sky DSL von Strato**
bis zu 16 Mbit/s
Eutelsat-Satellit wird genutzt
Telefon dient als Rückkanal
gemeinsame Nutzung des Satellitenspiegels für TV und Internet ist nicht möglich
- **T-DSL via Satellit von der Telekom**
und
Europe Online mit Sky Booster
Download 768 kBit/s
- **Firma Surfsat bietet**
Download bis 1024 kBit/s über den Eurobird-Satelliten
sendefähige Schüssel ist notwendig

Beispiel A:

Ein Büro hat Außenstellen in ganz Europa und sucht günstige Anbieter für Internetanschluss und VoIP.

Es gibt Angebot von dem Anbieter X, dem Anbieter Y und dem Anbieter Z. Die Angebote sollen für einen Zeitraum von 1 Jahr verglichen werden.

Vergleich der Anschlusskosten

	Anbieter X	Anbieter Y	Anbieter Z (bietet nur VoIP an)
monatl. DSL-Anschluss inkl. Festnetztelefon	25,00 €	35,00 €	
monatl. DSL-Anschluss			30,00 €
monatl. Internetflatrate	15,00 €	5,00 €	Im Preis enthalten
einmalige Einrichtungs- gebühr	60,00 €	0,00 €	60,00 €
Einrichtungsgebühr auf die 12 Monate umgelegt			
GESAMTKOSTEN			

Vergleich der Telefonierkosten

Telefonierverhalten des Büros		Anbieter X (VoIP-Anbieter)		Anbieter Y (VoIP-Anbieter)		Anbieter Z	
	Minuten/Monat	ct/Min.	€/Monat	ct/Min.	€/Monat	ct/Min.	€/Monat
Ausland	210	4,9	10,29 €	2,5		3,6	
Hauptzeit	300	2,9	8,70 €	1,8		1,5	
Nebenzzeit	150	2,9	4,35 €	1,8		0,9	
Mobilfunk	160	22,0	35,20 €	16,9		15,9	
Verbindungskosten/Monat			58,54 €				

- Welcher Anbieter hat die günstigsten Preise?
- Allerdings muss für VoIP Hardware für insgesamt 1280,00 Euro beschafft werden. Weiterhin werden die durchschnittlichen Kosten für VoIP mit 80,00 Euro angesetzt. Demgegenüber betragen bisher die durchschnittlichen Festnetzkosten 120,00 Euro pro Monat. Nach wie vielen Monaten hat sich die Investition in die VoIP Hardware amortisiert?

Zu Beispiel A, Frage a):

Vergleich der Anschlusskosten

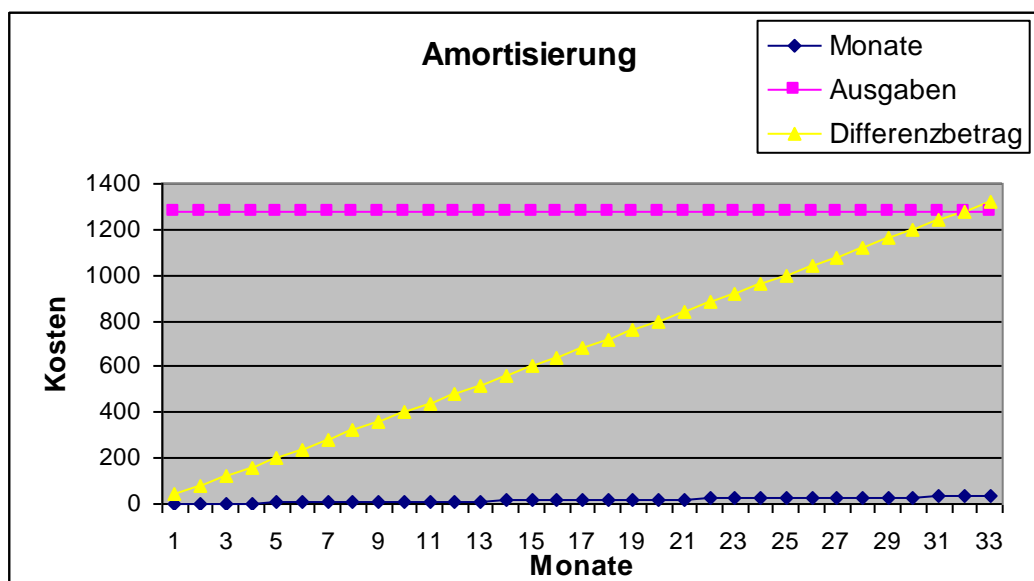
Kosten	Anbieter X	Anbieter Y	Anbieter Z (bietet nur VoIP an)
monatl. DSL-Anschluss inkl. Festnetztelefon	25,00 €	35,00 €	
monatl. DSL-Anschluss			30,00 €
monatl. Internetflatrate	15,00 €	5,00 €	Im Preis enthalten
einmalige Einrichtungsgebühr	60,00 €	0,00 €	60,00 €
Einrichtungsgebühr auf die 12 Monate umgelegt	60,00 € / 12 = 5,00 €	0,00 € / 12 = 0,00 €	60,00 € / 12 = 5,00 €
GESAMTKOSTEN	45,00 €	40,00 €	35,00 €

Vergleich der Telefonierkosten

Telefonierverhalten des Büros		Anbieter X (VoIP-Anbieter)		Anbieter Y (VoIP-Anbieter)		Anbieter Z	
	Minuten/Monat	ct/Min.	€/Monat	ct/Min.	€/Monat	ct/Min.	€/Monat
Ausland	210	4,9	10,29 €	2,5	5,25 €	3,6	7,56 €
Hauptzeit	300	2,9	8,70 €	1,8	5,40 €	1,5	4,50 €
Nebenzzeit	150	2,9	4,35 €	1,8	2,70 €	0,9	1,35 €
Mobilfunk	160	22,0	35,20 €	16,9	27,04 €	15,9	25,44 €
Verbindungskosten/Monat			58,54 €		40,39 €		38,85 €

Zu Beispiel A, Frage b):

32 Monate (1280,00 € / (120,00 € - 80,00 €))



Monate	Ausgaben	Differenzbetrag	120,00 € - 80,00 € = 40,00 €
1	1.280,00 €	40,00 €	
2	1.280,00 €	80,00 €	
3	1.280,00 €	120,00 €	
4	1.280,00 €	160,00 €	
5	1.280,00 €	200,00 €	
6	1.280,00 €	240,00 €	
7	1.280,00 €	280,00 €	
8	1.280,00 €	320,00 €	
9	1.280,00 €	360,00 €	
10	1.280,00 €	400,00 €	
11	1.280,00 €	440,00 €	
12	1.280,00 €	480,00 €	
13	1.280,00 €	520,00 €	
14	1.280,00 €	560,00 €	
15	1.280,00 €	600,00 €	
16	1.280,00 €	640,00 €	
17	1.280,00 €	680,00 €	
18	1.280,00 €	720,00 €	
19	1.280,00 €	760,00 €	
20	1.280,00 €	800,00 €	
21	1.280,00 €	840,00 €	
22	1.280,00 €	880,00 €	
23	1.280,00 €	920,00 €	
24	1.280,00 €	960,00 €	
25	1.280,00 €	1.000,00 €	
26	1.280,00 €	1.040,00 €	
27	1.280,00 €	1.080,00 €	
28	1.280,00 €	1.120,00 €	
29	1.280,00 €	1.160,00 €	
30	1.280,00 €	1.200,00 €	
31	1.280,00 €	1.240,00 €	
32	1.280,00 €	1.280,00 €	
33	1.280,00 €	1.320,00 €	

Beispiel B:

Ein weiteres Büro möchte auf VoIP umstellen.

a) Was spricht für, was spricht gegen VoIP?

b) Dafür ist neue Hardware erforderlich:

WLAN ist noch nicht vorhanden.

Mit einem Notebook soll kabellos telefoniert werden.

Welche drei unterschiedlichen Geräte sind für diese Umstellung notwendig?

Hardware	Funktion

c) Im Datenblatt eines Switch stehen folgende Begriffe:

Erklären Sie den Forwarding Modus

d) Nennen Sie einen weiteren Forwarding Modus, der in Switches verwendet werden kann!

e) Was versteht man in diesem Zusammenhang unter Network Latency?

Zu Beispiel B, Frage a:)

Vorteile:

- Bessere Kontrolle über die Verbindungen (Dialerschutz, Rufnummernsperre, Blacklist, Whitelist)
- VoIP-Telefonieren auch mit Computern möglich
- Einfaches Umziehen mit der Rufnummer bei ständiger Erreichbarkeit
- Optional: Erhöhte Sicherheit durch Verschlüsselung der Gesprächsdaten
- Komfortmerkmale stehen bei einigen Anbietern ohne weitere Kosten zur Verfügung
- Oft werden auch eine Voice-Mailbox und der Versand von SMS angeboten
- Zusatzleistungen: z. B. Fax nach E-Mail-Gateway
- Anzahl gleichzeitiger Gespräche nur durch vorhandene Bandbreite begrenzt
- u.a.

Nachteile:

- Häufiger Gatewayausfall: kurzzeitige Nichterreichbarkeit
- Mögliche Telefoniequalitätseinbußen, da über die Internetleitung keine Mindestdienstgüte garantiert wird: Jitter (Schwankungen in der Latenzzeit der Datenpakete)
- Normale Internetnutzung und VoIP können sich gegenseitignegativ beeinflussen
- Die wenigsten Anbieter unterstützen den Fax-Versand/Empfang
- Einige Anbieter stellen nur wenige Komfortfunktionen bereit
- Feststellung des Anruferstandortes bei einem Notruf nicht möglich: Kein automatisches Verbinden mit der regional zuständigen Notrufstelle (an Lösungen wird gearbeitet)
- Übernahme der alten Telefonnummer selten möglich
- Bei Stromausfall kann nicht telefoniert werden (beim Festnetz wird die Energieversorgung durch die Telefonleitung sichergestellt)
- Meistens ist keine Nutzung von Mehrwertdiensten möglich (z. B. 0190-Nummern)
- u.a.

Zu Beispiel B, Frage b):

Hardware	Funktion
WLAN Access-Point	Drahtlose Datenverteilung
Analog-Telefon-Adapter (ATA)	Festanschluss (z. B. an das Ethernet)
Switch	Zum Anschluss des ATAs
RJ-45-Stecker	Zum Anschluss des ATAs
Headset	Telefonieren mit dem PC/Notebook
Auch zulässig: VoIP-Telefone	Kommunikation

Zu Beispiel B, Frage c):

Die Datenpakete werden kurz gespeichert (store), auf Fehler überprüft und danach weitergeleitet (forward). Die dazu erforderliche Zeit bewirkt eine Verlangsamung gegenüber anderen Verfahren, dafür ist die Fehlersicherheit höher.

Zu Beispiel B, Frage d):

Cut Through Modus:

„Der Frame wird nicht auf Fehlerfreiheit geprüft.“

Fragment Modus:

„Schneller als Store-and-Forward, aber langsamer als Cut-Through. Anzutreffen vor allem bei besseren Switches. Prüft, ob ein Frame die im Ethernet-Standard geforderte minimale Länge von 64 Bytes erreicht und schickt ihn dann sofort auf den Zielport, ohne eine CRC-Prüfung durchzuführen. Fragmente unter 64 Byte sind meist „Trümmer“ einer Kollision, die kein sinnvolles Paket mehr ergeben.“

Zu Beispiel B, Frage e):

Network Latency ist die Verzögerungszeit, in der sich das Paket im Switch aufhält, bevor es weitergeleitet wird.

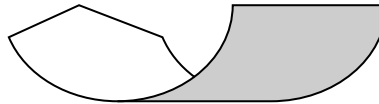
Beispiel C:

Ein Büro und seine Außenstelle verfügen über DSL-2000.

Wie viele Minuten dauert die Spiegelung einer 30 MByte großen Datei **von Berlin nach London** im günstigsten Fall?

London		Berlin	
upstream	downstream	Upstream	downstream
192 kbit/s	2048 kbit/s	384 kbit/s	2048 kbit/s

Zu Beispiel C:



30 MByte 1024 kByte 1024 Byte 8 Bit

==>30*1024*1024*8= 251658240 Bit geteilt durch 384000 Bit/s ergibt 655,4 Sek. entspricht 10,9 Min.

Antwort:

Im günstigsten Fall rund 11 Minuten.

Beispiel D:

Kann zu einem gewünschten DSL-Dienst gleichzeitig auch der ISDN-Dienst weitergenutzt werden?

1. Nein, die Kupferdoppelader des Providers ist vom DSL-Dienst belegt.
2. Nein, in diesem Fall müsste auf Glasfasertechnik umgerüstet werden.
3. Nein, die verwendete Kupferdoppelader ist für so hohe Geschwindigkeiten nicht ausgelegt.
4. Ja, über die verwendete Kupferdoppelader können beide Dienste gleichzeitig genutzt werden.
5. Ja, bei der verwendeten Kupfer-Doppelader wird eine Ader für DSL und die andere für ISDN benutzt.

Antwort 4 ist richtig.