

Rechner Organisation
SS 2003
Silke Rieger
Referat zum Thema: Modem, ISDN & DSL

Das MODEM

Was ist ein Modem?

Das Wort „Modem“ ist eine Abkürzung, die sich aus „MODulation“ und „DEModulation“ zusammensetzt.

Da der Computer mit digitalen Daten arbeitet, das Telefon hingegen aber nur analoge Signale versenden und empfangen kann, wird ein Vermittler benötigt. Diese Aufgabe übernimmt das Modem. Es wird zwischen dem Computer und dem Fernmeldenetz geschaltet.

Das Modem wandelt die digitalen Signale des Computers in analoge Schwingungen um (Modulation) und sendet sie durch die Telefonleitung. Demodulation ist das Gegenstück dazu. Dabei laufen die gleichen Vorgänge, nur umgekehrt, ab.

Ein Modem besitzt also einen DA-Wandler (digital-analog).

Das erste Modem gab es 1958.

Datenkompression (durch das Modem)

Die Daten werden komprimiert, damit ein schnelleres Übertragen über die Telefonleitung möglich wird. Die kodierten Daten sind kleiner, d.h. sie enthalten die gleichen Informationen in weniger Bytes, und können somit in kürzerer Zeit übertragen werden.

Wenn das Modem die Daten aus dem Internet empfängt, muss es die Daten dekomprimieren. Es erzeugt dabei mehr Bytes, als es empfangen hat. Der Datenfluss vom Modem zum Computer ist daher höher, als der über die Telefonleitung zum Modem. Das Verhältnis beider Flussgrößen wird Kompressionsrate genannt.

Übertragungsprotokolle

Zur Übertragung von Daten sind so genannte Übertragungsprotokolle notwendig.

Ein Protokoll ist ein Satz von Regeln, der definiert, wie zwei Modems miteinander Daten austauschen. Es gibt eine Menge von Protokollen für die Kommunikation zwischen Modems (Übertragungsprotokolle).

Tauschen zwei Modems Daten miteinander aus, so verhandeln sie zunächst automatisch über Protokolle die Form, in der die Kommunikation erfolgen soll. Sie stellen fest, welche die höchste Geschwindigkeit ist, die beide benutzen können und verwenden dies. Der Benutzer muss dabei nicht eingreifen.

Fehlerkorrektur

Die Bezeichnung Fehlerkorrektur ist eigentlich falsch, da das Modem Fehler nur erkennen und den fehlerhaften Datenblock ein zweites Mal anfordern kann. Eine selbstständige Korrektur durch das Modem ist nicht möglich.

Übertragungsgeschwindigkeit

Unter der Geschwindigkeit eines Modems versteht man die Anzahl an Bits, die das Modem pro Sekunde empfangen bzw. versenden kann. Sie wird in Bits pro Sekunde (Bit/s) bzw. Kilobits pro Sekunde (kb/s, kbps oder einfach K) angegeben. Die heutige Standardgeschwindigkeit liegt bei 56kb/s.

Verschiedene Modemarten

Internes Modem

Interne Modems, auch lokal genannt, sind in form von Steckkarten in den Computer eingebaut.

Vorteile:

- Keine eigene Stromversorgung notwendig
- keine Schnittstellenbelegung durch das Modem
- meist günstiger, als die externen Versionen

Nachteil:

- es muss eingebaut werden
- Keine Leuchtdioden, die über den Status des Modems informieren

Externes Modem

Ein externes Modem wird über ein Kabel an eine serielle Schnittstelle des Computers angeschlossen. Es hat im groben denselben Aufbau wie ein internes Modem, nur das es zusätzlich eine Verbindung zur seriellen Schnittstelle des Computers, eine Stromzufuhr und meist Kontrollleuchten hat.

Vorteil:

- Kontrollleuchten bieten eine gute Übersicht über die Arbeitsvorgänge des Gerätes.
- Installation und Deinstallation sind sehr einfach

Nachteil:

- Belegung einer eventuell anders nutzbaren Schnittstelle
- Stromzufuhr notwendig

Es gibt so gut wie keine Leistungsunterschiede zwischen den beiden Modemarten.

ISDN – Integrated Services Digital Network

Welche Vorteile hat ISDN gegenüber analoger Technik ?

Gegenüber analogen Anschlüssen bietet ISDN den Vorteil, dass Dienste wie Telefonie, Datenübertragung, Telefax und ähnliches über einen und den selben Anschluss abgewickelt werden können. Ebenso zeichnet sich ISDN durch komplett digitalisierte Technik aus, sowie einer Datenübertragung mit einer maximalen Geschwindigkeit von 64 k/Bits pro B-Kanal aus, während in der analogen Technik nur Geschwindigkeiten von bis zu 33.6 k/Bits bzw. 44 k/Bits möglich sind.

Was bietet ISDN?

ISDN bietet neben der schnelleren Datenübertragung auch viele neue Merkmale im Bereich der Telefonie, dazu gehören Dienste wie Rufnummernübermittlung, Dreierkonferenz und ähnliches. Durch die digitale Technik wurde zudem die Fehlerrate bei Datenübertragungen um ein vielfaches verringert (analoge Datenübertragung: Durchschnittlich 10^{-5} Fehler – digitale Datenübertragung: Durchschnittlich 10^{-9} Fehler).

Seit wann gibt es ISDN und gibt es einheitliche Standarte ?

Von der Telekom – damals noch die Deutsche Bundespost – wurde das nationale ISDN im Jahre 1988 in Deutschland eingeführt mit dem Protokoll 1TR6, welches jedem Teilnehmer eine Rufnummer zur Verfügung stellte. 1993 wurde in Europa jedoch von 28 Ländern ein einheitlicher Standard für ISDN genormt. Dieses sogenannte EURO-ISDN basiert auf dem Protokoll DSS-1. Im Unterschied zu dem alten Protokoll wurden jedem Teilnehmer nun seitens des Telefonanbieters mehrere Rufnummern zugewiesen, die der Teilnehmer dann auf seine Endgeräte verteilen kann. Diese zugewiesenen Mehrfachrufnummern nennt man MSNs (multiple subscriber number).

Wie funktioniert ISDN ?

Bei der Einwahl des Teilnehmers in das ISDN-Netz wird eine Peer-to-peer Verbindung zur DIVO (Digitale Vermittlungsstelle) hergestellt und letztendlich wird diese Peer-to-peer Verbindung bis zum anderen Endteilnehmer, mit dem man telefoniert oder Daten austauscht, weitergeleitet. Da das ISDN-Netz ein Netzwerk darstellt, benötigt jeder Haushalt einen sogenannten Netzwerk Terminator (NT), damit die Endgeräte mit der DIVO kommunizieren können. Dieser NTBA (Netzwerk Terminator Basis Anschluss) dient zugleich als S0-Schnittstelle zur Kommunikation der Endgeräte und der DIVO. Dies geschieht mit Hilfe von zwei B-Kanälen und einem D-Kanal. In den beiden B-Kanälen können zeitgleich zwei Dienste angeboten werden (wie Datenübertragung, Telefonie etc.) mit einer maximalen Geschwindigkeit von 64 k/Bits pro B-Kanal. Der D-Kanal mit einer Geschwindigkeit von 16 k/Bits dient als sogenannter Steuerkanal zwischen Endgeräten und DIVO, in diesem werden spezielle Signalisierungsinformationen übertragen, die eigentlichen Daten (Sprache, Fax und Dateien) werden jedoch immer über die B-Kanäle übertragen. Diese können zudem auch zusammengeschaltet werden in der sogenannten Kanalbündlung, so dass eine maximale Geschwindigkeit von 128 k/Bits an einem ISDN-Anschluss erreicht werden kann. Im ISDN-Netz erfolgt also eine Trennung von Daten und Steuerinformationen, was einen Dienstwechsel innerhalb einer Verbindung überhaupt erst möglich macht (Anklopfen, Makeln, Dreierkonferenz und ähnliches).

Glossar

B-Kanal: Bearer-Kanal oder Basiskanal genannt ist ein Nutzkanal vom ISDN-Basisanschluss. Beim Basisanschluss werden zwei B-Kanäle mit jeweils einer Übertragungsgeschwindigkeit von 64 k/Bits zu Verfügung gestellt.

D-Kanal: Bei dem D-Kanal handelt es sich um den Steuerkanal, der für den Verbindungsaufbau (und -abbau), sowie zur Übertragung spezieller Zeichengabe und Signalisierungsinformationen, sorgt. Alle Endgeräte am ISDN-Anschluss können zeitgleich auf diesem Kanal Informationen abfragen oder abgeben.

S0-Schnittstelle: Dabei handelt es sich um ein 4-adriges passives Bussystem, das weltweit genormt ist. Endgeräte wie ISDN-Telefone oder Telefonanlagen und ISDN Karten nutzen meist 8polige sogenannte RJ45 Stecker (Western Digital Stecker) um mit der S0-Schnittstelle zu kommunizieren.

DSL – Digital Subscriber Line

Was ist DSL?

Wenn man von DSL redet, meint man eigentlich eine Technologie die unter dem Sammelbegriff xDSL bekannt ist. Der Begriff Digital Subscriber Line bedeutet einfach nur Digitale Anschlussleitung. Sinn und Ziel von DSL ist es, digitale Daten über größere Entfernungen zu versenden. Eingesetzt wird DSL einzig und allein dazu, Daten vom Internet zu den Benutzern zu transportieren. Da DSL eine wesentlich höhere Bandbreite bieten kann als Modem oder auch ISDN, dazu aber relativ günstig bleibt, wird es die Zukunft der Internetverbindungen darstellen. Eingeführt wurde DSL Ende der 80er von der US-Firma Bellcore.

Wie funktioniert DSL?

Der große Vorteil von DSL und auch der Grund warum es in so kurzer Zeit so großen Zuwachs erhielt ist, dass es wie Modem und ISDN die schon früh verlegten Kupferadern zur Übertragung nutzt. Die bisher verbreiteten Technologien, die das Kupferkabel zur Übertragung von Daten nutzen, belegen nur einen kleinen Teil des gesamten zur Verfügung stehenden Spektrums. Für die analoge Telefonie und die analoge Datenübertragung liegt die Obergrenze der Frequenz bei 3,3 kHz. Für ISDN liegt sie bei 130 kHz und DSL nutzt das Spektrum bis 1,1 MHz. Hier erkennt man schon den Unterschied in der Leistungsfähigkeit im Vergleich zu Modem und ISDN.

Damit es keine Störungen zwischen Sprachtelefonie und Datenübertragung gibt, wird der Datenstrom bevor er zum Modem gelangt von einem sog. Splitter gefiltert. Nur der Frequenzbereich über 130 kHz wird dem DSL-Modem zugeführt. Alles was darunter liegt geht wie gehabt an den Telefonanschluss. Aus einer physikalischen Leitung werden sozusagen zwei gemacht.

Die Leistungsdaten und Varianten von DSL

Es gibt verschieden leistungsfähige Varianten von DSL, die sich alle durch ihren Frequenzbereich und somit ihrer Bandbreite unterscheiden. Um die höheren Bandbreiten zu erreichen müssen andere Übertragungsmedien erhalten.

ADSL ist die Meistverbreitetste Variante und wird zurzeit auch von der Telekom in Deutschland eingesetzt. Das A steht für „asynchronous“ also asynchrones DSL. D.h. dass die Downstream und Upstream Leitung keine synchronen Bandbreiten haben. Der Downstream, also die Leitung vom Netz zum Benutzer ist dabei meist um ein vielfaches schneller. ADSL nutzt eine Kupferdoppelader zur Datenübertragung. Größter Vorteil von ADSL gegenüber den anderen Varianten sind die eingeführten Modulationsverfahren. Sie erlauben eine dynamische Anpassung an die Leitungsqualität, was Übertragungsfehler von vornherein minimalisiert. D.h. die Übertragungsgeschwindigkeit passt sich der Leitungsqualität an.

SDSL - Synchronous Digital Subscriber Line. Hier ist das Frequenzspektrum für den Download und den Upload gleich groß. Es nutzt wie ADSL eine Kupferdoppelader, jedoch ist die optimale Übertragungsentfernung nicht so hoch wie bei ADSL, d.h. es treten bei gleicher Entfernung von Vermittlungsstelle zu Benutzer deutlich mehr Übertragungsfehler auf.

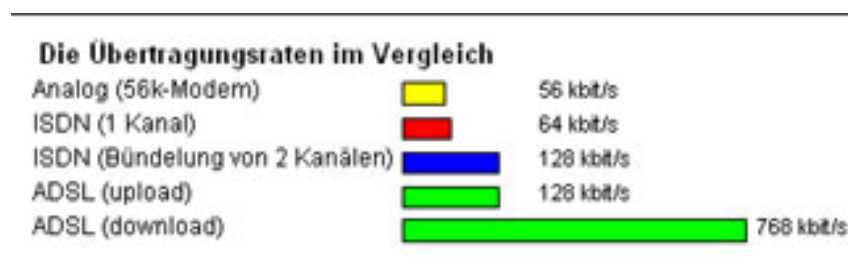
HDSL ist eigentlich die älteste Variante. High-bit-rate Digital Subscriber Line benutzt 3 Kupferdoppeladern und überträgt synchron bis zu 2,048 Mbit/s .

VDSL – Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line stellt die Zukunft des DSLs dar. Es ist eine asynchrone Variante, benutzt allerdings zur Übertragung ein Hybrid-Netz. D.h. es werden sowohl Kupferleitungen als auch Glasfaserleitungen benötigt. Die erreichten Bandbreiten werden damit gegenüber ADSL extrem in die Höhe gehen.

Leistungsdaten von xDSL:

- 8 Mbit/s downstream
- 768 kbit/s upstream
- Reichweite 2 – 5 Kilometer

Die genannten Daten werden nur bei einer Entfernung von 2 km oder weniger erzielt. Wird die Entfernung größer, so sinkt auch die Übertragungsleistung sofort.



Fehlerkorrekturverfahren

Die Datenübertragung über ADSL wird grundsätzlich durch eine so genannte Vorwärtsfehlerkorrektur gesichert. Dabei werden den Datenbits vor der Übertragung weitere Bits hinzugefügt, anhand derer nach der Übertragung bis zu einer bestimmten Anzahl falsch übertragene Bits erkannt und bis zu einer kleineren Anzahl fehlerhafter Bits sogar korrigiert werden können.

Dazu kommt noch das sog. Interleaving. Hierbei werden Datenbits von den Übertragungsblöcken ineinander verschachtelt. Fehler treten bei DSL in sog. Bursts auf. D.h. immer mehrere Bits hintereinander wurden verfälscht. Durch das Verschachteln der Blöcke werden die Fehler also immer auf mehrere Blöcke verteilt und können somit korrigiert werden, da sie nicht mehr in langen Ketten sondern einzeln auftreten. Das Interleaving kann in mehreren beliebig hohen Stufen eingesetzt werden. Die Übertragungsblöcke werden dabei, je höher die Stufe ist, immer größer. Der Empfänger muss diese Pakete erst wiederherstellen, was eine gewisse Zeit benötigt. D.h. je höher das Interleaving, desto höher auch die Latenzzeit vom Benutzer zum Netz.

Der so oft verwendete Begriff Fastpath ist in dem Sinne keine Technologie, sondern beschreibt einfach einen Weg eines Datenpaketes, nämlich den „schnellen“ Weg, den „Fastpath“ π . Der Trick dabei ist einfach, dass das Interleaving komplett umgangen wird. Nachteil dabei kann der Verlust von Paketen (Packet-Loss) und sogar Verbindungsverlust sein. Deshalb eignet sich das Abschalten des Interleavings nicht für jeden Benutzer.

Beispielinstallation:

