Das analoge Telefon

Am Beginn der Entwicklung des Telefonnetzes im Jahr 1877 wurden zwei Telefonapparate direkt miteinander verbunden. Es gab keine Möglichkeit, andere Teilnehmer zu erreichen.

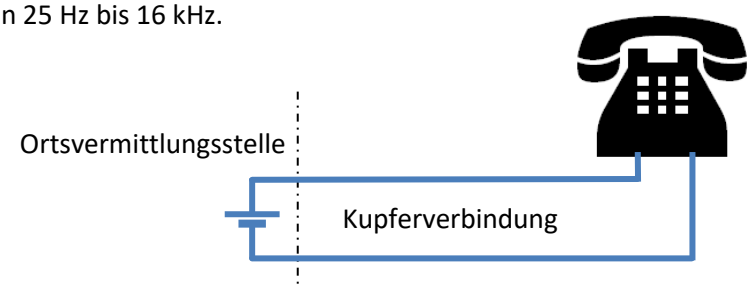
Ab 1881 entstanden Telefonzentralen, in denen verschiedene Teilnehmer durch manuelles Umstecken miteinander verbunden werden konnten. Die Vermittlung lief über Personen (das „Fräulein vom Amt“), denen der Anrufer den gewünschten Teilnehmer nannte.

1892 wurde eine selbstständige Vermittlungsstelle erfunden, die ab 1908 in den Ortsnetzen und ab 1923 in den Fernvermittlungsstellen eingesetzt wurde.

Die analogen Telefone waren mit einer Hin- und Rückleitung (Kupferadern, Doppelader) an die Vermittlungsstelle angeschlossen. Die analogen Tonsignale wurden im Frequenzbereich von 300 bis 3400 Hertz übertragen. Außer den Sprachsignalen werden noch Signale wie das Rufsignal (Klingeln mit 25 Hz), Hörtöne (z. B. Freiton, Besetztton mit 400-480Hz) und Tarifimpulse (für die Gebührenanzeige mit 16 kHz) zum Teilnehmerapparat übertragen. Die Ortsvermittlungsstellen versorgen die angeschlossenen Geräte mit einer Gleichspannung von etwa 48 / 60 Volt. Die Batterie konnte bei einem Ausfall der Stromversorgung die Teilnehmer 8 Stunden mit Strom versorgen.

Modems (**Mo**dulator – **Dem**odulator) konnten Rechner mit dem Internet verbinden. Die Modems nutzten den Frequenzbereich von 300-3400 Hz mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 56 kbit/s. Man konnte entweder telefonieren oder das Internet nutzen.

Analoge Telefone nutzen die Frequenzen von 25 Hz bis 16 kHz.



ISDN = Integrated Services Digital Network

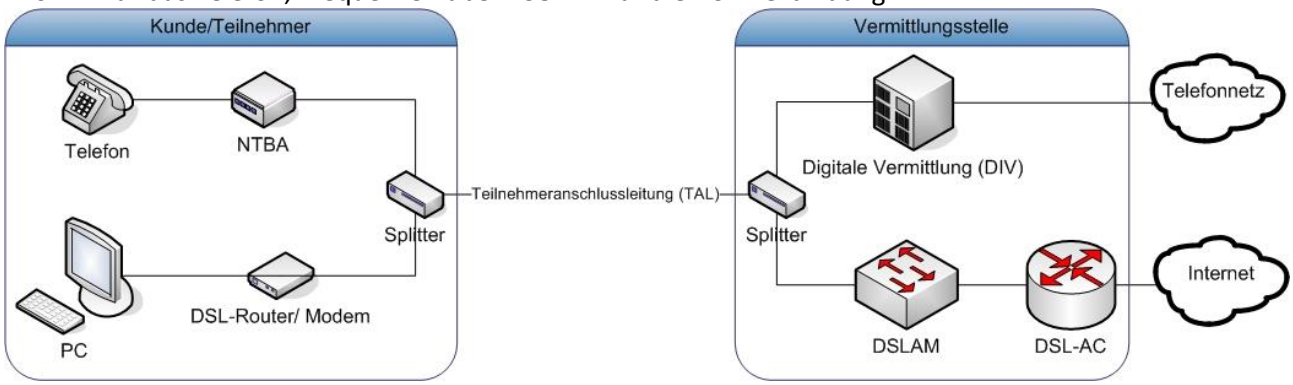
ISDN-Telefone (**I**ntegrated **S**ervices **D**igital **N**etwork) werden wie analoge Telefone mit einer Doppelader (Kupfer) an die Vermittlungsstelle angeschlossen. Die ISDN-Telefone codieren das Sprachsignal mit einer Abtastrate von 8 kHz und 8 Bit pro Abtastwert. Das ergibt die Übertragungsgeschwindigkeit für ISDN-Telefone von 64 kbit/s (8000 mal pro Sekunde * 8 Bit). Ein ISDN-Anschluss ist mit zwei Kanälen ausgerüstet.

Beim Telefonieren über einen Kanal konnte der zweite Kanal mit 64 kbit/s für die Internetverbindung genutzt werden.

ISDN-Telefone nutzen die Frequenzen bis 120 kHz.

DSL

Digital Subscriber Line (DSL, engl. für *Digitaler Teilnehmeranschluss*) nutzt den Frequenzbereich von 138 kHz – 2,2 MHz. ADsl (**a**symmetrisches DSL) ermöglicht den Download bis 16 Mbit/s und Upload bis 1 Mbit/s. Die mögliche Übertragungsgeschwindigkeit vermindert sich mit der Entfernung des Teilnehmers zur Vermittlungsstelle.
DSL nutzt die Kupferverbindung für das Telefon. Der Splitter ist eine Frequenzweiche: Frequenzen bis 120 kHz für das Telefon, Frequenzen über 138 kHz für die DSL-Verbindung.



Netzaufbau

Die Datenübertragung zwischen der Vermittlungsstelle und dem Teilnehmer erfolgt(e) über Kupferkabel. Die Kabel liegen in 60 cm Tiefe im Bürgersteig. Die Kabel werden mit Muffen in kleinere Kabel aufgeteilt. Bei Entfernungen von mehr als 300 m erfolgt eine Rangierung auf kleinere Kabel in Kabelverzweigern. Die Muffen liegen in der Erde oder in Schächten mit einer rechteckigen Abdeckung. Die Kabel enden in den Häusern in Verteilerkästen. Dort werden die Verbindungen zur Hausinstallation rangiert.

Datenübertragung zwischen den Vermittlungsstellen

Die Datenübertragung zwischen den Vermittlungsstellen erfolgt(e) mit

- Kupferkabel mit Mehrfachausnutzung (Trägerfrequenzsystem mit 32 Sprachkanälen je Doppelader)
- Richtfunk (Punkt zu Punktverbindung mit „Sichtkontakt“ und „Satellitenschüsseln“).
- Satellitenverbindungen über geostationäre Satelliten.

Internetanschluss ohne Splitter

Bei DSL ohne Splitter werden auch die Telefonverbindungen mit dem Internetprotokoll übertragen. In den Vermittlungsstellen entfällt der Hardwareaufwand für die Telefonverbindung. Beim Teilnehmer entfällt der Splitter. Telefon und Rechner werden an einen geeigneten Router angeschlossen. Der Router muss wegen der gewünschten ununterbrochenen Erreichbarkeit mit dem Telefon immer eingeschaltet bleiben. Die bisher für analoge oder ISDN-Telefonie reservierte Bandbreite wird zur Erhöhung der DSL-Upload-Geschwindigkeit (bis zu 2,4 Mbit/s) genutzt.
Bei Ausfall der Stromversorgung beim Teilnehmer kann nicht mehr telefoniert werden.

Netzaufbau

Bei einer Entfernung von mehr als 300 m zwischen der Vermittlungsstelle und dem Teilnehmer baut der Netzbetreiber meist neben den alten Kabelverzweigern eine DSL-Vermittlungsstelle DSLAM (**D**igital **S**ubscriber **L**ine **A**ccess **M**ultiplexer, DSL-Zugangsmultiplexer). Diese Technik ist das Gegenstück zu dem Router beim Teilnehmer. Die DSL-Vermittlungsstelle wird mit Glasfaser (LWL, **L**icht**w**ellen**l**eiter) an die Vermittlungsstelle angeschlossen. Dadurch können viele störungsanfällige Kupferkabel entsorgt werden. Die neuen Kabel werden überwiegend in Rohren verlegt, um sie zu schützen und kostengünstiger tauschen zu können.