

1.4 Telefonie, wie wird die Sprache denn eigentlich übertragen?

Die Übertragung der Sprache hat in den Anfängen der Telefonie rein analog Ihren Anfang gefunden. D.h. ein Mikrofon hat den Schalldruck der Sprache in elektrisch lineare Spannungen umgewandelt. Beim Empfänger wurden die Spannungen linear in Schalldrücke zurückgewandelt.

Die Vermittlung wurde am Anfang von Hand vorgenommen, später dann mittel Relais. Die Ziffern wurden als Kurzschlüsse über die selbe Leitung übertragen. Es wurden Schrittelais mit 10 Schritten verwendet, die dann den Weg auf Grund der Ziffern auf das nächste Relais leiteten. Immer wenn ein Verbindungsaufbau von statten gehen soll, wird ein freier Vermittlungspfad gesucht, der mittels der Relais den Weg ans Ziel schaltet.

Diese Technologie hat gravierende Nachteile:

- Relais brauchen viel Platz, viel Strom und sind mechanisch anfällig
- Das Sprachsignal wird stark gedämpft durch die elektrischen Widerstände der Kupferdrähte
- Linienverstärker lösen das Problem der Dämpfung, aber die Sprachqualität wird immer schlechter!
- Die Fernleitungen sind immer überlastet, da für jedes Gespräch eine Leitung benötigt wird

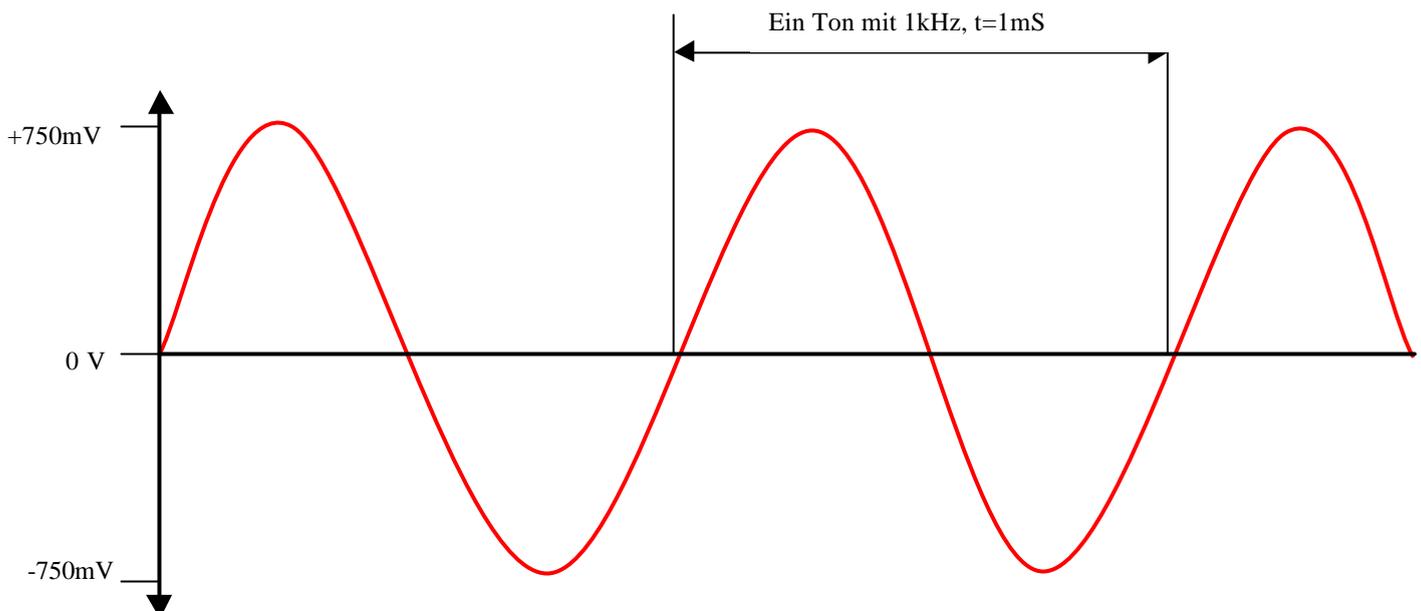
Die meisten der Probleme wurden gelöst, in dem die analogen Fernleitungen durch digitale ersetzt wurden.

Die neuen Leitungen haben folgende Vorteile:

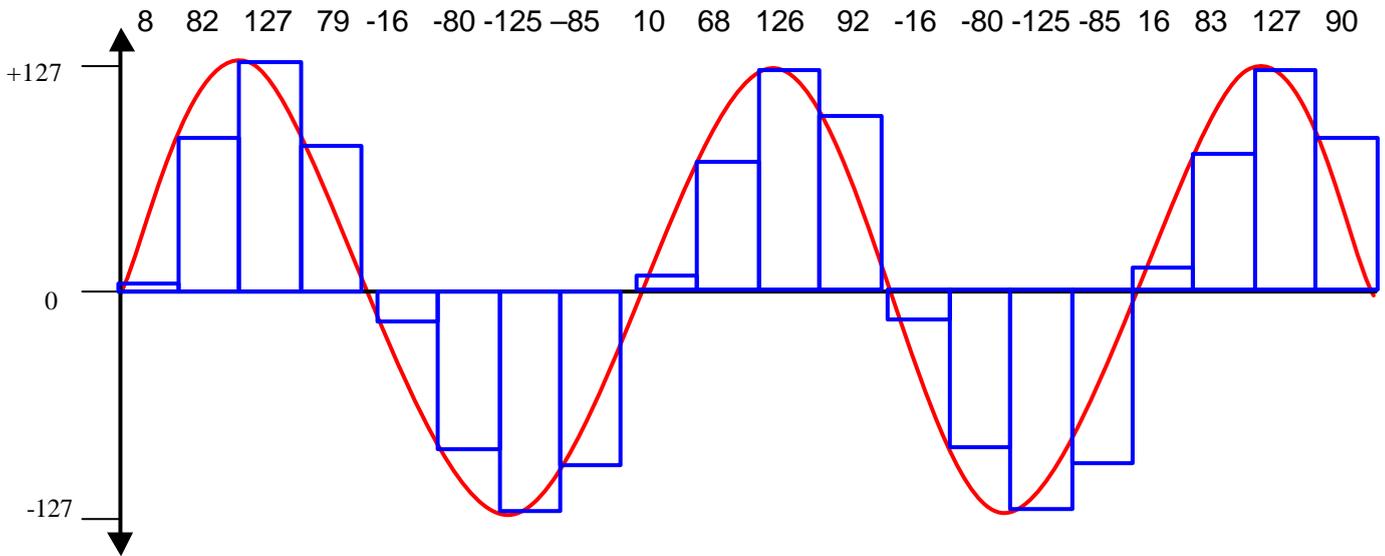
- Mehrere Gespräche pro Leitung (die Verbindungskosten sinken)
- keine Verluste beim Verstärken (Leitungslänge ist unwichtig)
- kompatibel zu den alten Verbindungen (Umwandlung in die alte Technologie an den Leitungsenden)
- keine Engpässe bei Fernvermittlungen mehr

Wie werden die analogen Gespräche (Töne) digital übermittelt?

In der Grafik unten sehen wir einen Ton mit einem kHz als Beispiel. Mit klängen, als der summe mehrere Töne wird exakt gleich verfahren.

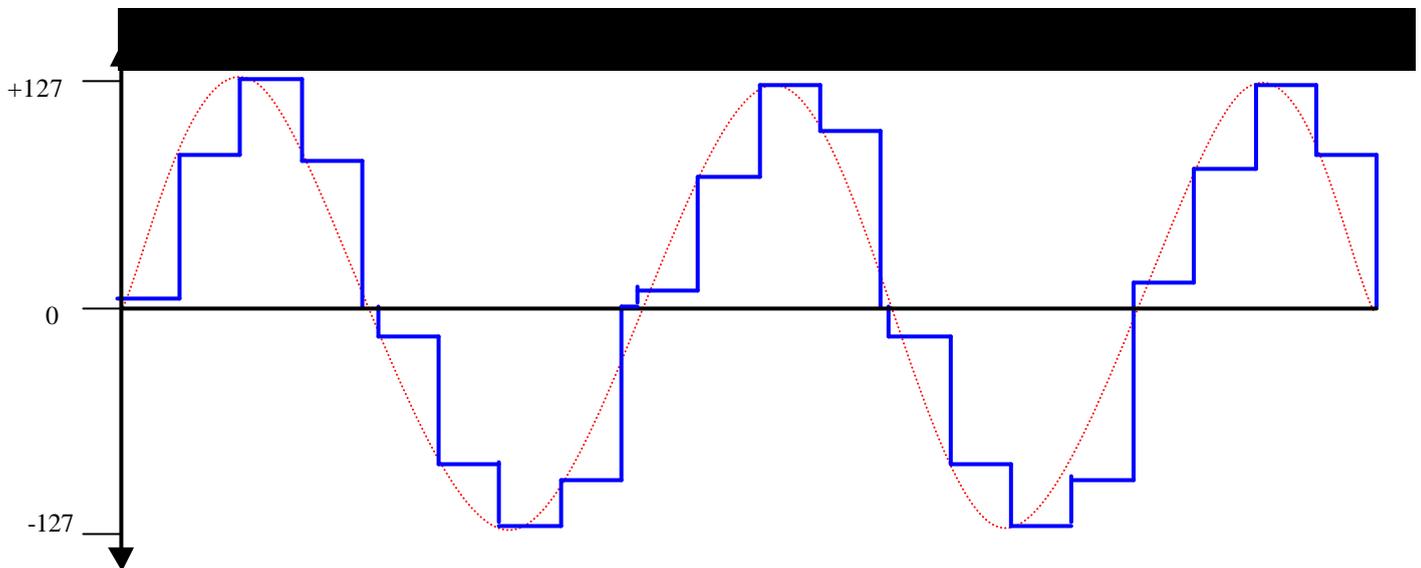


Die Spannungen die im Mikrofon entstehen werden gemessen und als digitale Werte auf die Digital Autobahn auf die Reise geschickt.

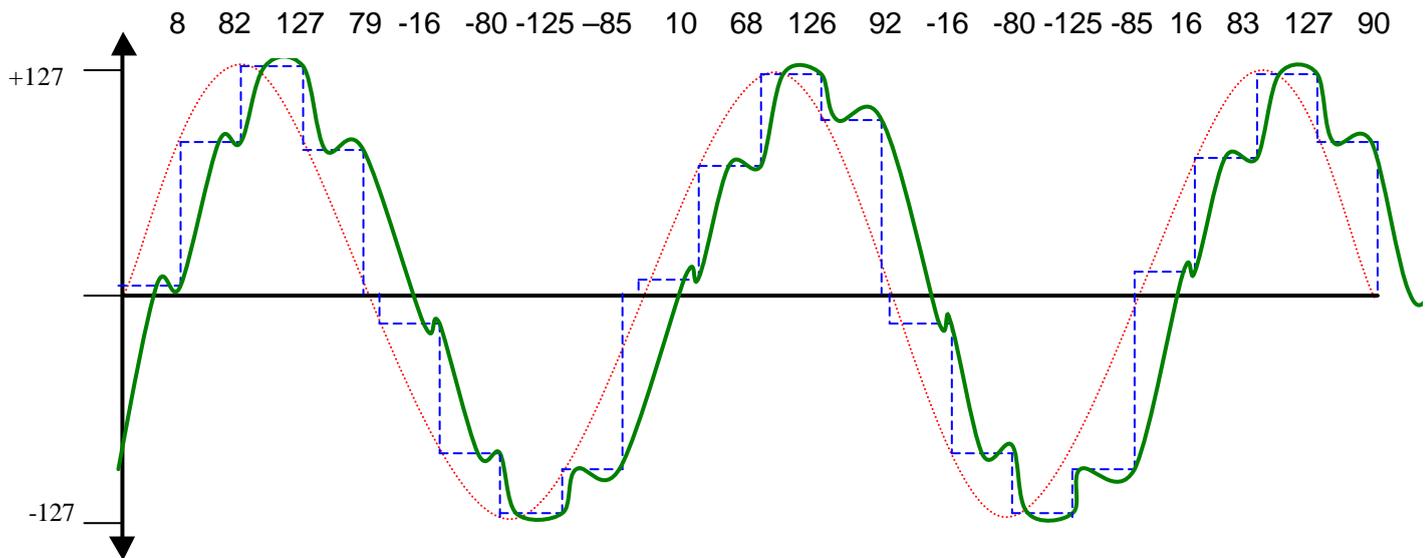


Die digitalen Werte für diese 5 Halbwellen sind also:
 8,82,127,79,-16,-80,-125,-85,10,68,126,92,-16,-80,-125,-85,16,83,127,90

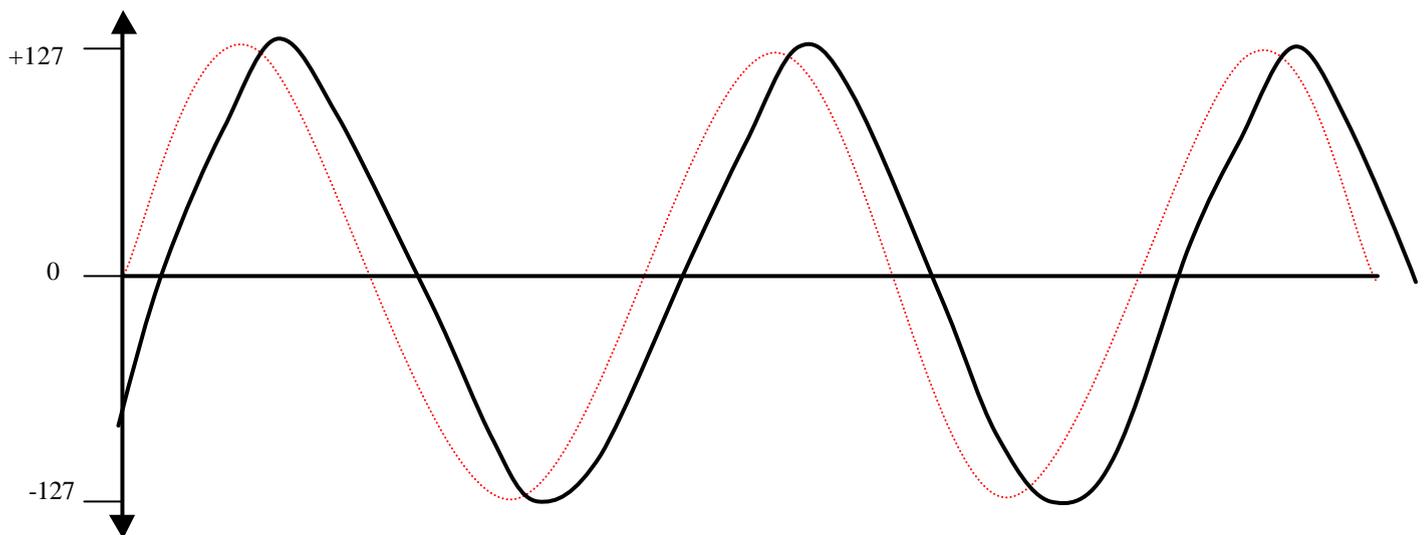
Wie sieht das jetzt am Ziel aus?
 Unten der Ausgang des Digital analog Wandlers:



Da der digitale Ausgang noch nicht so wie das Original aussieht, gehen wir mit einem Integrator drüber.



Zum Abschluss noch mit einem Tiefpass:



Nach dem Ausgangsfilter sieht doch alles wieder ganz passabel aus!

Zu diesem Verfahren im allgemeinen:

Sampling nennt sich das Verfahren, wenn die Spannungswerte gemessen werden für die digitale Verarbeitung.

Das Sampling Theorem von Nyquist besagt: **Jede Wellenform mit der maximalen Frequenz W Hz kann rekonstruiert werden wenn der sampling Takt mindestens $2 \times W$ samples pro Sekunde aufweist.**

Dass das sampling Theorem strikte eingehalten wird ist elementar wichtig, da alle Frequenzen grösser W am Ausgang nur noch als Rauschen wieder gegeben werden.

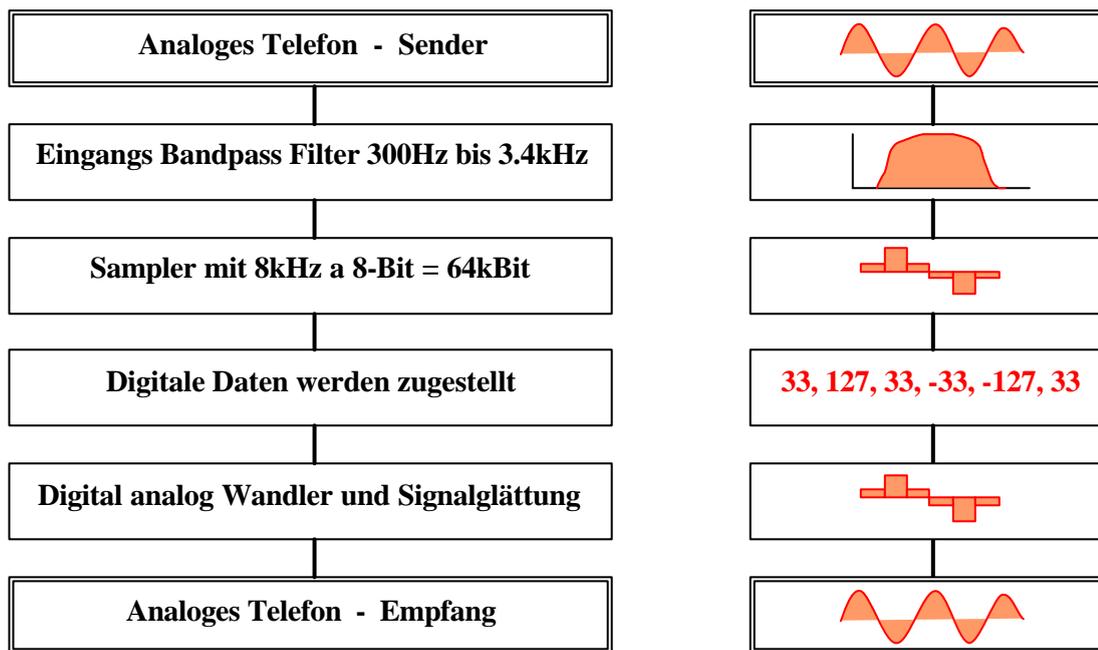
D.h. bei der Telefonie sind 64kBit/Sek Datenstrom gewünscht, 8-Bit je Sample – ergibt 8000 Samples pro Sekunden. Das bedeutet es dürfen keine Frequenzen grösser als 4kHz in den Sampler gelangen. Da die günstigsten Filter passiver Natur sind und diese nur eine geringe Steilheit aufweisen wurde die

Grenzfrequenz des Filters für die Telefonie auf 3.4kHz festgelegt. Das bedeutet bei Frequenzen grösser 4kHz kommt nur noch ein Pegel von einigen Promillen durch. Das liegt doch im akzeptablen Rahmen.

Jetzt geht's noch um den unteren Frequenzbereich.

Ganz klar DC (Gleichstrom Anteil muss raus) nur dann kann eine Einmischung des Signal gewährleistet werden. Dies ist auch für die Ein- und Ausgangsverstärker zwingend notwendig. Weiter müssen die Störungen vom elektrischen Stromnetz eliminiert werden 50/100Hz. Auch hier werden passive Filter eingesetzt mit einer Grenzfrequenz von 300Hz, so sind die Störenden Brummtöne vom elektro Netz sicher verbannt.

→ Der Eingangsfilter ist also ein Bandpass und lässt nur Frequenzen von 300 – 3.4kHz passieren.



Daraus ist auch ersichtlich, dass mit analogen Modems die Grenze von 64kBit nie erreicht werden kann. Denn es werden vom digitalen Frequenzbereich 0 – 4kHz nur 0.3 – 3.4kHz effektiv verwendet!

Daraus ist auch ersichtlich, dass mit ISDN von der Zentrale her digital 64kBit zum analogen Modems gesendet werden kann. Jedoch hat die Signalglättung zur Folge, dass nur sehr nahe an die 64kBit heran gekommen werden kann, wie z.B. bei dem 56k Modems.