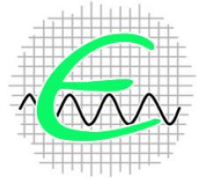




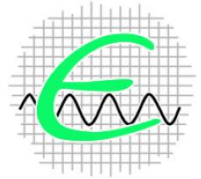
# Voice over IP (VoIP)





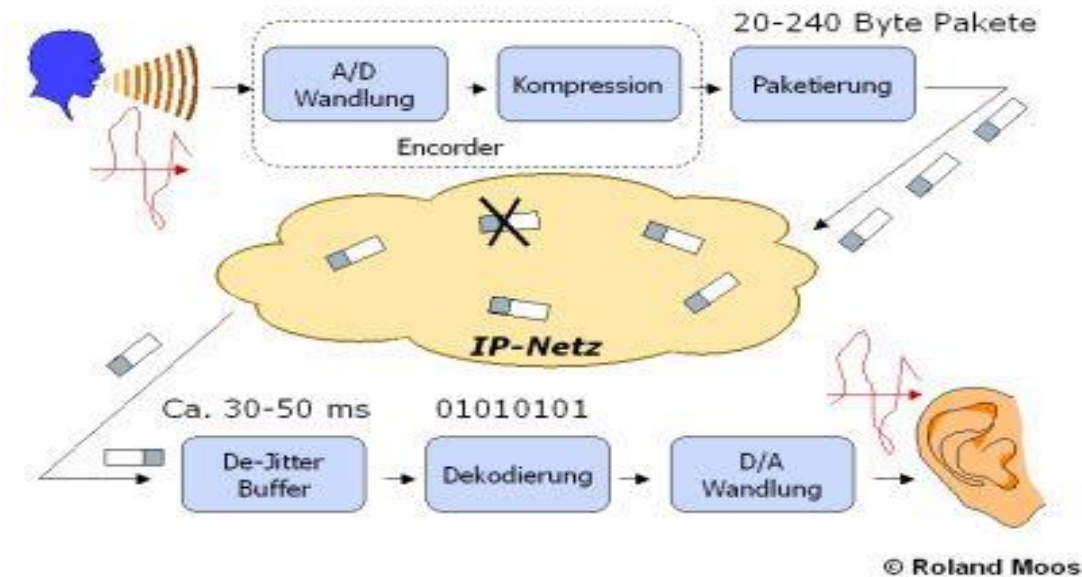
## VoIP

- Internet – Protokoll – Telefonie
- Erste Versuche 1973
- Angestrebt: Leistungsmerkmale wie ISDN



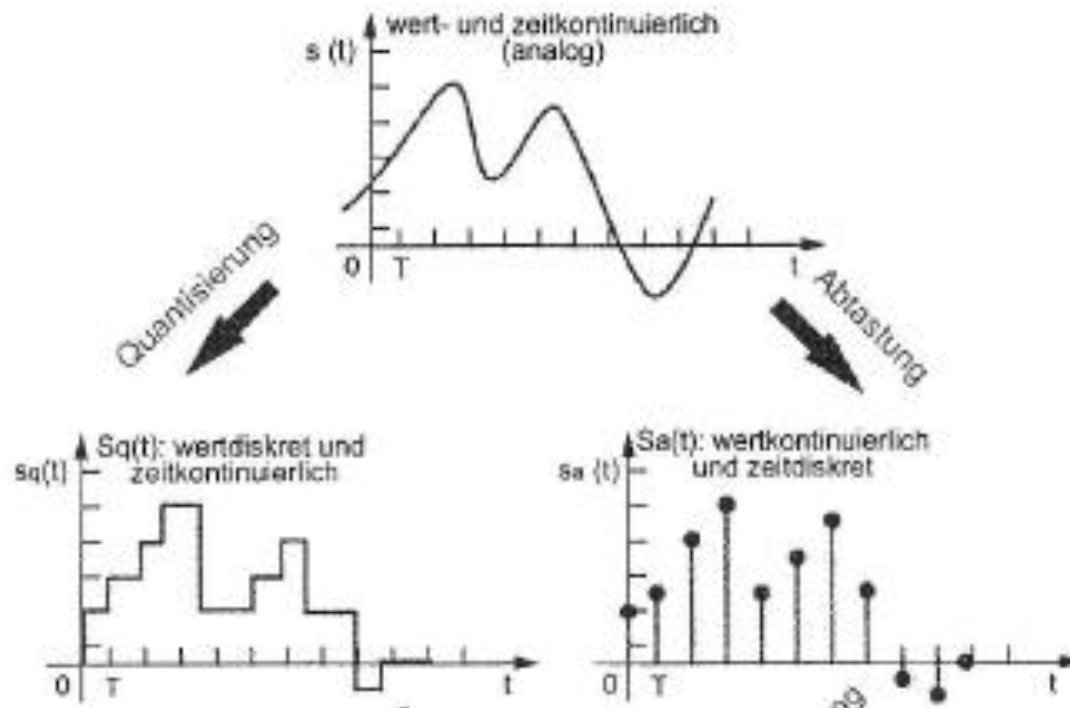
## Funktionsprinzip

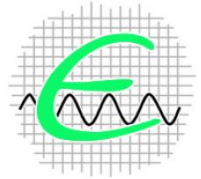
### Funktionsprinzip Internet Telefonie



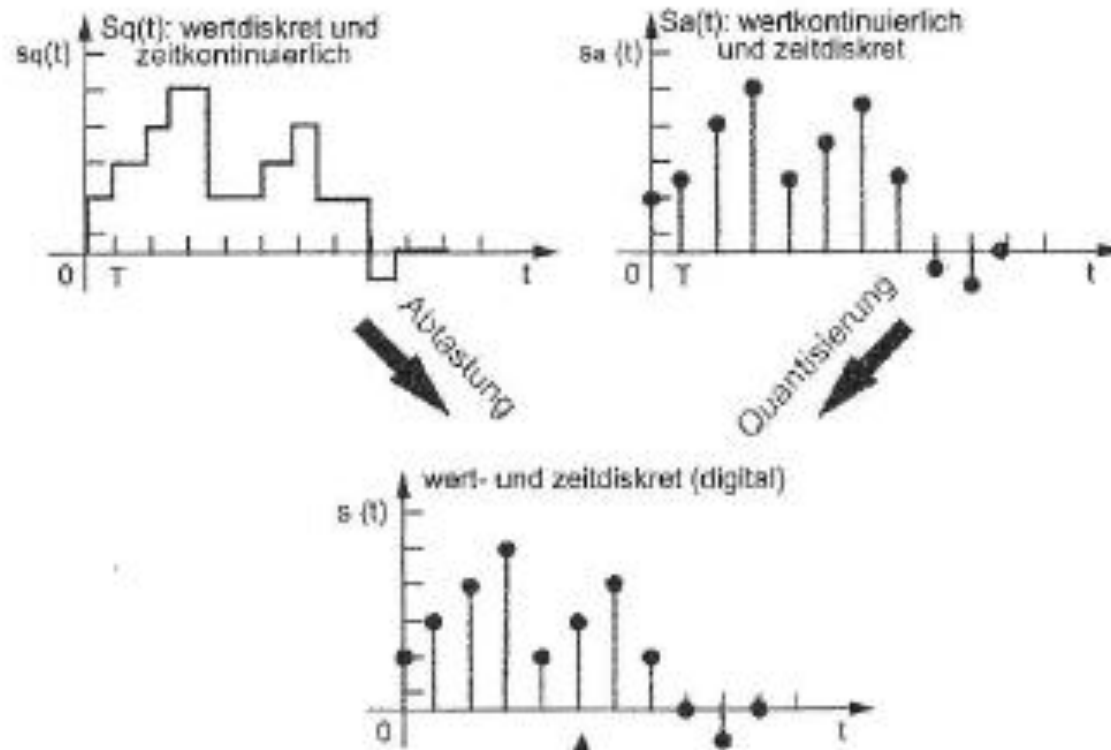


## A/D-Wandlung



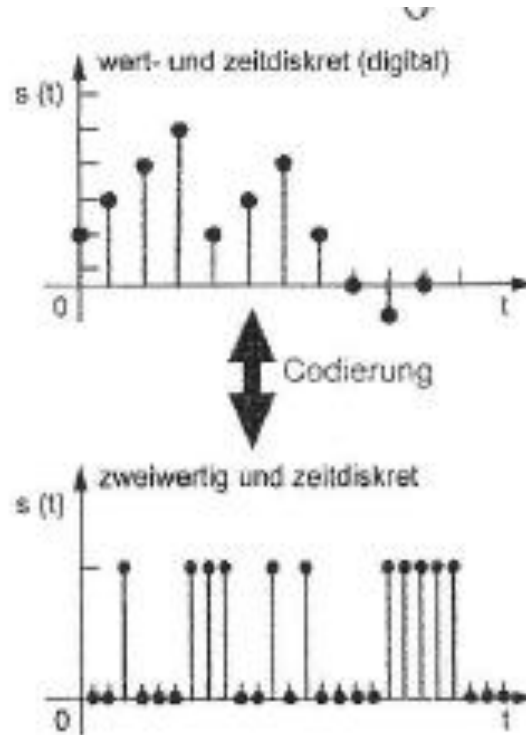


## A/D-Wandlung

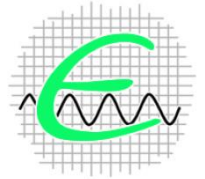




## A/D-Wandlung

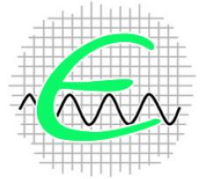


© tecCHANNEL



## Signallisierungsprotokolle

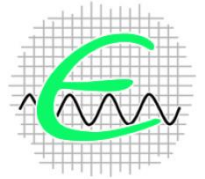
- Rufsteuerung
- Übertragungsparameter aushandeln
- Zuordnung IP zu Telefonnummer durch Anmelden beim Provider
- Bsp.:
  - SIP (Session- Initiation-Protokoll)
  - H.323 (ITU-Standard)
  - IAX (Inter-Asterisk-Exchange-Protokoll)



## SIP

- Nicht an Hersteller gebunden
- SIP-Adresse: [sip:56789@demo-server.de](mailto:sip:56789@demo-server.de)
- Unterstützt ISDN-Merkmale
- Freie öff. Nummern
- Notrufproblem
- Für Sprachübertragung nicht mehr notwendig → Transportprotokoll





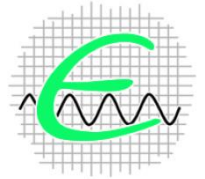
## ENUM

- Number-Mapping
- Wandelt Telefonnummer in Domain
- DNS wandelt Domain in IP
- Z.B. 02017606122 → 2.2.1.6.0.6.7.1.0.2.0.e164.arpa
- Bevor Telefonprovider über eigene Datenbanken ein Telefongespräch vermitteln, wird überprüft, ob es zur gerufenen Nummer einen ENUM-Eintrag gibt



## Kompression

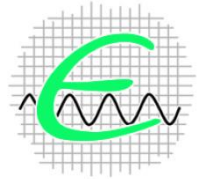
- ~1,5MB pro Minute
- ~100 – 120kbit/s bei G.711
- Z.B. G.711 ähnlich ISDN-Qualität
- Kanalcodierung (Fehler)
- Leitungskodierung (Anpassung an Medium)
- Quellcodierung (Kompression)



## MOS

- Mean Opinion Score: verbreitete subjektive Methode zur Bewertung der Sprach-Codec-Qualität
- Tests an Gruppe von Zuhörern
- Note 1: schlecht                      Note 5: exzellent

Standard	Datenrate [kbit/s]	MOS
G.711	64	4,10
G.726	16	3,85
G.728	16	3,61
G.729	8	3,92
G.732.1	5,3	3,65
G.732.2	6,3	3,4



## Transportprotokolle

- RTP: Realtime Transport Protokoll (RFC 1889)
- Ähnlich UDP: best effort, keine Neuansforderung
- 5% Paketverlust akzeptabel
- Puffer verhindert Latenz/Jitter