

**VoIP**

**SIP-Telefonie**

**Voice over IP**

**IP-Telefonie**

**Internet Telefonie**

# Agenda

- Was ist VoIP
- Geschichte
- Allgemeines
- H.323
- SIP
- RTP / RTCP
- Skype
- Sicherheitsaspekte
- Quellenangaben

# VoIP ?

Voice over IP ist die Übertragung und Vermittlung von Sprach-Kommunikation in einem IP-basierten Netzwerk. Dieses Netzwerk kann sowohl lokal (LAN), ein Weitverkehrsnetzwerk (WAN) oder das ganze Internet sein. Voice over IP liegt in jedem Fall das paketorientierte Internet-Protokoll (IP) zu Grunde.

Der Einsatz von Voice over IP liegt darin begründet, dass es wesentlich Ressourcen-schonender mit dem zur Verfügung stehenden Übertragungsmedium umgeht. Insbesondere dann, wenn es sich um eine Breitbandverbindung handelt. So lassen sich über eine IP-gesteuerte Breitband-Verbindung mehr Sprachverbindungen realisieren als bei der klassischen Nutzung einer Telefonleitung.

Bei VoIP muss man zwischen den Datenpaketen zum Verbindungsauf- und abbau (Signalisierung) und den eigentlichen Sprachpaketen (Datenstrom) unterscheiden.

Die Signalisierungsdaten müssen dabei möglichst sicher übertragen werden. Sie steuern die Verbindung. Sie dürfen länger unterwegs sein und einen größeren Protokoll-Overhead haben. Hauptsache die Verbindung kommt zu Stande.

Dagegen müssen die Sprachpakete um so schneller und verzögerungsfrei unterwegs sein. Dabei kann man sich eine unsichere Übertragung leisten. Wenn mal ein Datenpaket verloren geht, dann ist das nicht so schlimm.

# Geschichte

- 1973 Erste Übertragungen digitaler Sprache im ARPANET mittels Network Voice Protocol. Die Datenübertragungsrate beträgt 3.490 bit/s.
- 1977 Beschreibung des Network Voice Protocol in RFC 741.
- 1980 Beschreibung des Internet Protocol (IP) in RFC 791 sowie erste Empfehlungen der ITU-T (damals noch CCITT) für ISDN.
- 1989 Die Einführung des ISDN ermöglicht Telefonieren mit höherer Sprachqualität und integriert verschiedene Dienste in ein Netz. Die Datenübertragungsrate beträgt 64 kbit/s.  
Ebenfalls 1989 beginnt die Entwicklung des World Wide Webs, welches sich später als Grundlage für den breiten Erfolg des Internets erweist.
- 1992 Einführung des GSM-Mobilfunks in Deutschland (D-Netz). Die Datenübertragungsrate für die Sprache beträgt etwa 13 kbit/s, über Funk werden wegen der Redundanz bis zu 22,8 kbit/s übertragen.
- 1995 Ein MS-Windows-Programm des israelischen Unternehmens Vocaltec Communications ermöglicht Internettelefonie im Halbduplexbetrieb.
- 1996 QuickTime Conferencing erlaubt Ton- und Bildkommunikation im Vollduplexbetrieb über AppleTalk- und IP-Netze.  
Beschreibung des Real-Time Transport Protocol in RFC 1889.
- 1998 Erstmalige Verabschiedung des ITU-T-Rahmenstandards H.323.**
- 1999 Beschreibung des Session Initiation Protocol (SIP) in RFC 2543.**
- 2002 SIP-Erweiterung in RFC 3261.**
- 2002 Verabschiedung von ITU Q.1912.5 zur Interoperabilität zwischen SIP und ISDN User Part.
- 2004 Die Software Skype erscheint. Skype verwendet ein eigenes, nicht offengelegtes Protokoll basierend auf der Peer-to-Peer-Technik.

# Die wichtigsten Normierungsgremien für VoIP

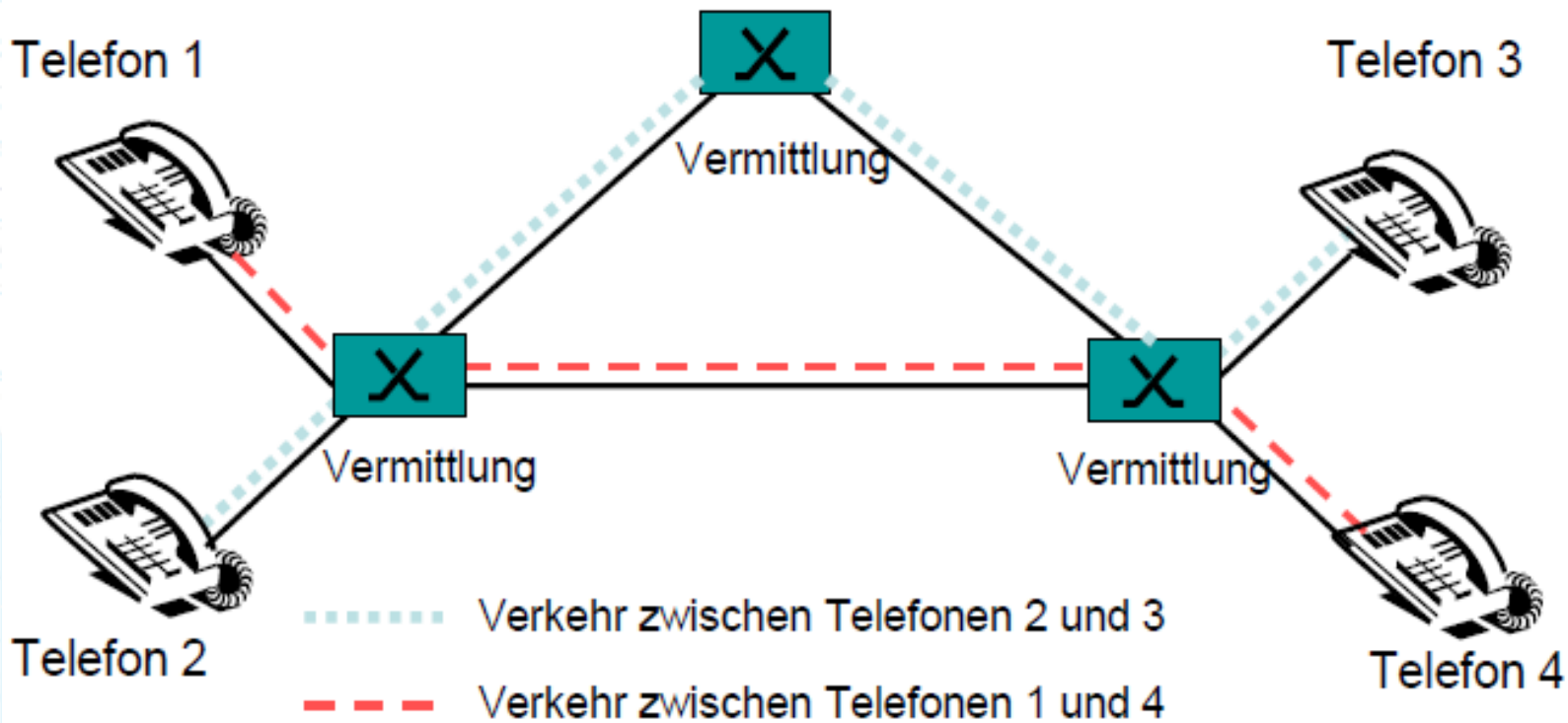
- **ITU-T** (International Telecommunications Union – Telecommunication Sector),
- **IETF** (Internet Engineering Task Force),
- **TIPHON** (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) der ETSI (European Telecommunications Standards Institute)
- **IMTC** (International Multimedia Telecommunications Consortium, Inc.).

Die ITU-T ist von den oben genannten das einzige Gremium mit Normierungskompetenz in der Telekommunikation.

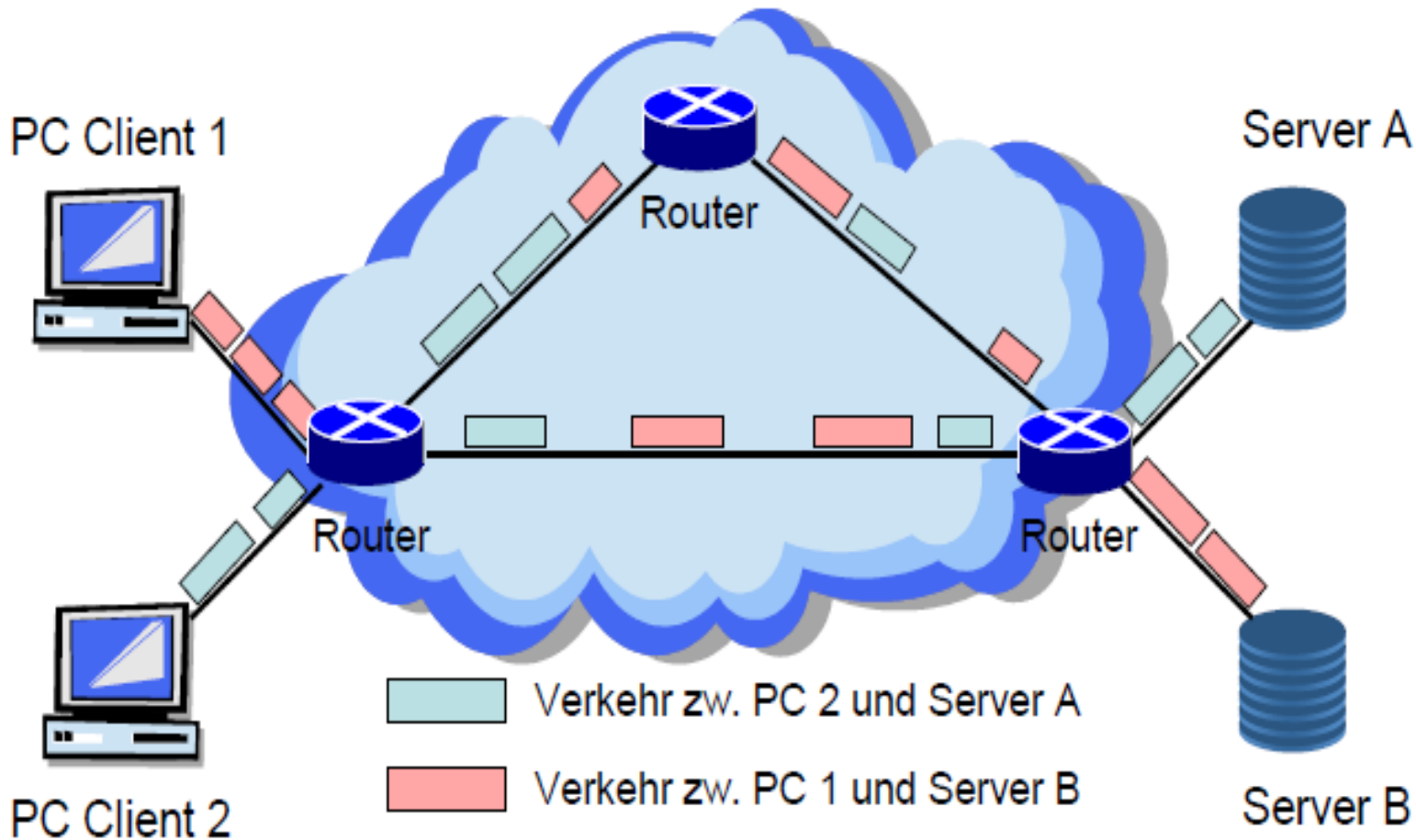
# Sprachnetz - Datennetz

- Anforderungen  
Echtzeit – kritisch  
geringe Bandbreite  
konstante Bitrate
- Leitungsvermittelte Netze  
Bandbreitenreservierung  
Feste Kanalgröße (64 kbps)  
Bandbreite
- PSTN / ISDN Netz
- Anforderungen  
Echtzeit nicht kritisch  
große Bandbreite
- Paketvermittelte Netze  
keine Reservierung  
flexible Nutzung der
- IP / ATM / FR – Netze

# Leitungsvermittelt



# Paketvermittlung



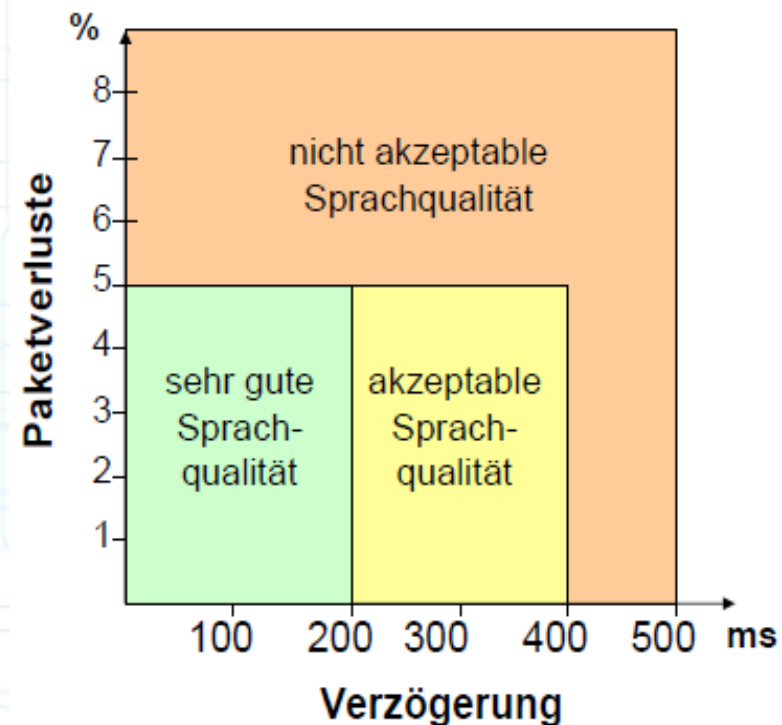
# VoIP im OSI-Schichtenmodell

Schicht		Protokoll
7.	<b>Anwendung</b>	<b>VoIP-Anwendung</b> Softphone / Call-Manager
6.	<b>Präsentation</b>	<b>Sprachcodecs</b> G.729 / G.723 / G.711
5.	<b>Session</b>	<b>Signalisierung</b> H.323 / SIP
4.	<b>Transport</b>	<b>Transport-Protokolle</b> RTP / UDP / RSVP
3.	<b>Netzwerk</b>	<b>Netzwerk-Protokoll</b> IP
2.	<b>Verbindung</b>	ATM / Ethernet
1.	<b>Physikalische Ebene</b>	DSL / Ethernet

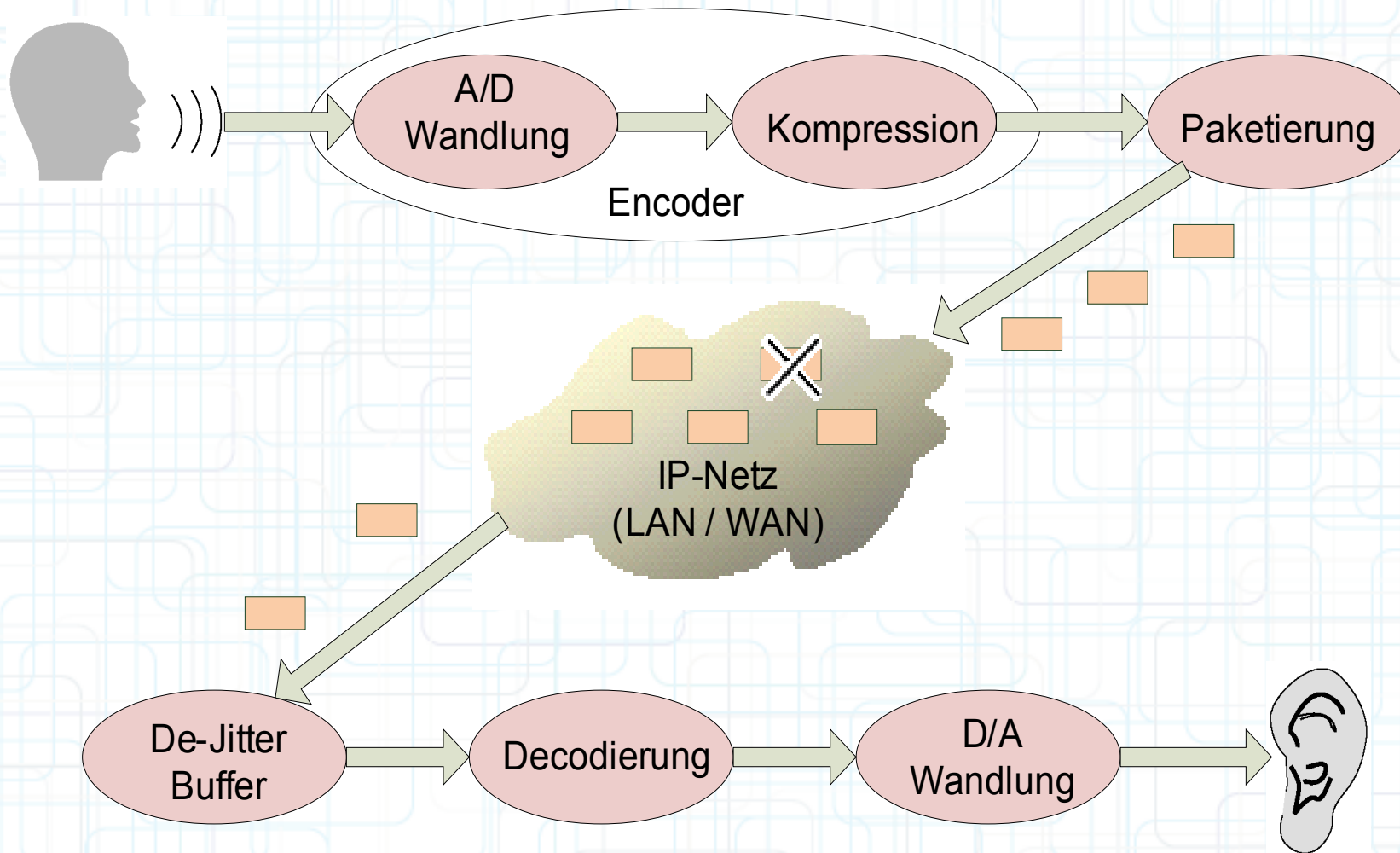
Call Control	Audio	Video
SIP H.323	G.711 G.723 G.729	H.261 H.263
	RTP RTCP	
TCP	UDP	
IP		
LAN		

# Einflussfaktoren für die Sprachqualität bei VoIP

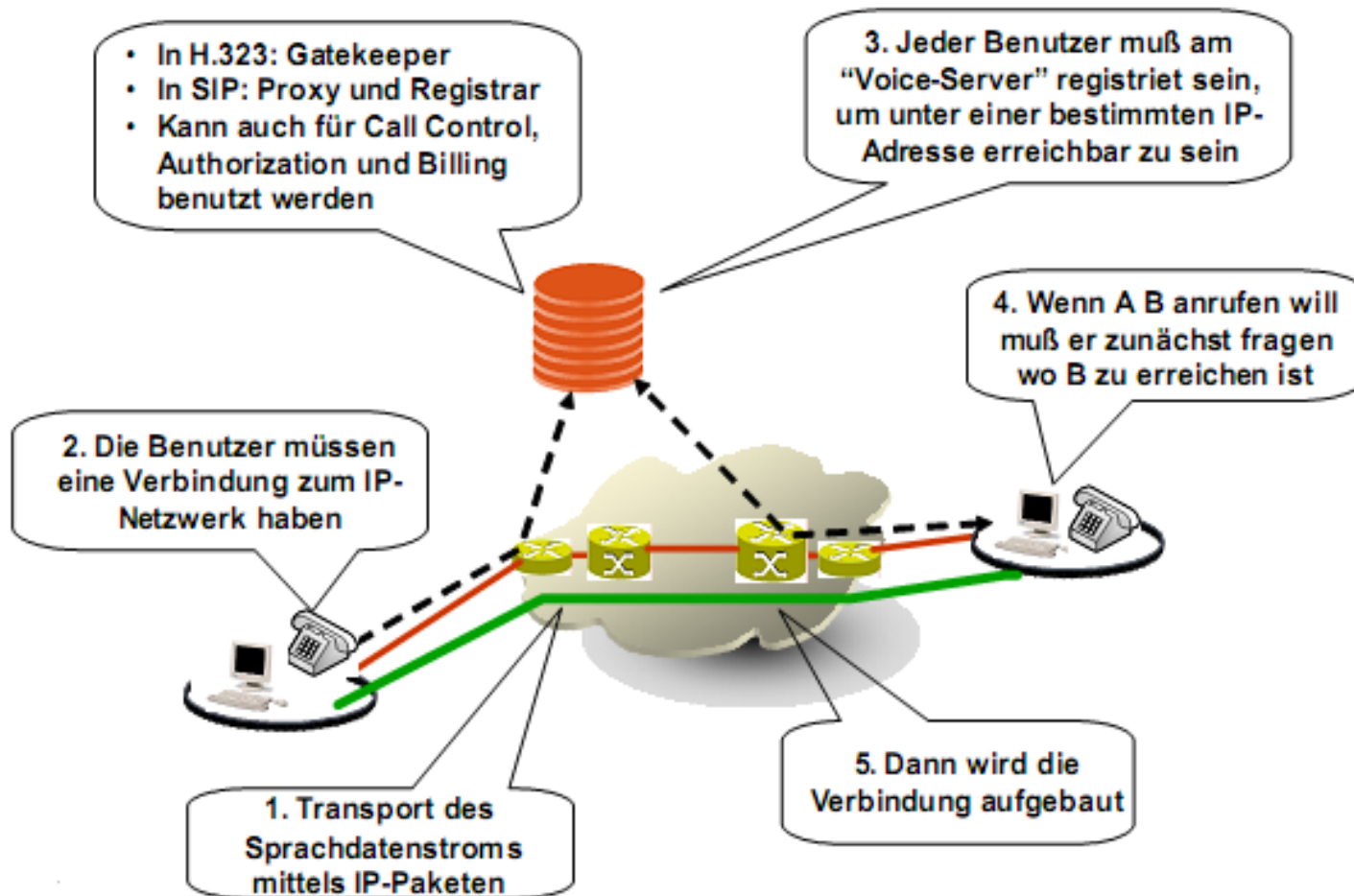
- Echo
- Signallaufzeit (Delay)
- Paketverlust im Netzwerk
- Jitter
- Voice Activity Detection
- Bandbreite
- Komprimierung
- QoS (Quality of Service)



# Funktion - VoIP



# VoIP Basisaufbau



# Übersicht der Audio-Codecs

Audio-Codec / Kodierungsverfahren	Aufnahmedauer	MOS-Wert	Netto - Bitrate	Bandbreite
G.711 / PCM	0,125 ms	4,1	64 kbit/s	83 kbit/s
G.723.1 / MP-MLQ	30 ms	3,9	6,3 kbit/s	25,3 kbit/s
G.723.1 / ACELP	30 ms	3,65	5,3 kbit/s	24,3 kbit/s
G.728 / LD-CELP	0,625 ms	3,61	15 kbit/s	34 kbit/s
G.729 / CS-ACELP	10 ms	3,92	8 kbit/s	27 kbit/s
G.729a / CS-ACELP	10 ms	3,7	8 kbit/s	27 kbit/s

# MOS Werte

## Mean Opinion Score

Rating	Sprach Qualität	Störungs-Level
5	Excellent	Nicht wahrnehmbar
4	Good	Kaum wahrnehmbar, nicht störend
3	Fair	Wahrnehmbar und leicht störend
2	Poor	Störend, aber nicht unangenehm
1	Unsatisfactory	Sehr störend und unangenehm

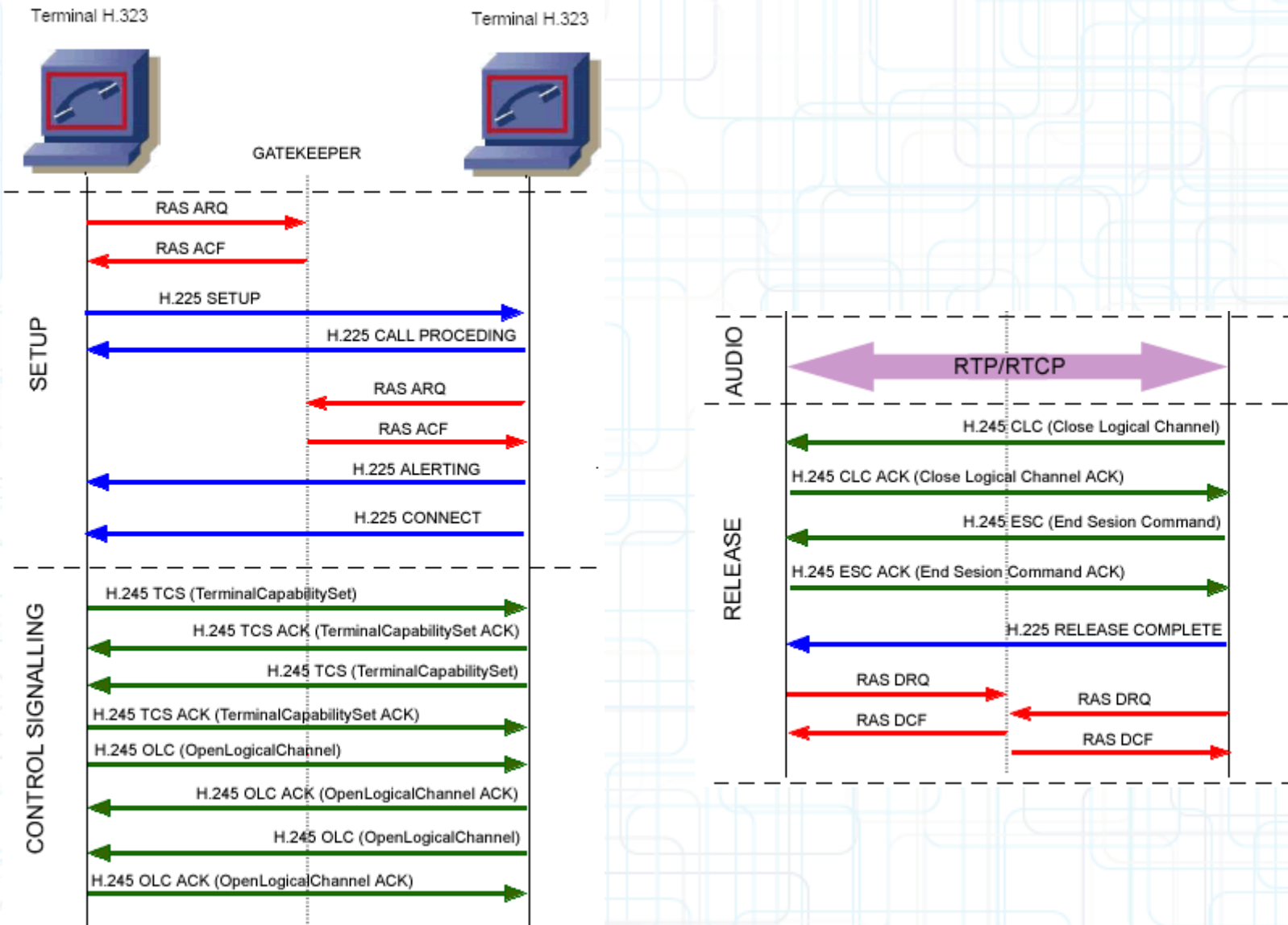
# H.323

- H.323 ist ein Protokoll der H.32x-Serie, die auch die Kommunikation über öffentliche Telefonnetze und ISDN enthält. Eine Stärke von H.323 war die relativ frühe Verfügbarkeit, nicht nur für das grundlegende Rufmodell, sondern zusätzlich auch für Leistungsmerkmale, die für die Geschäftskommunikation erwartet wurden.
- H.323 war der erste IP-Telefonie-Standard, der mittels RTP Audio und Video über IP-Netzwerke transportierte.
- H.323 basiert auf dem ISDN-Protokoll Q931 und ist daher gut für Interworking-Szenarien zwischen IP und ISDN.
- Zum Kontext von H.323 gehört ein Gatekeeper.
- H.323 baut auf andere ITU-T Protokollen auf: z.B.:
  - H.225.0 für die Rufsignalisierung
  - H.450 um Leistungsmerkmale abzubilden
  - H.235 für die Sicherung und Authentifizierung

# H.323

Audio/Video Control		Steuerung & User-Interface			Data	
G.711	H.261 H.263	RTCP	RAS H.225.0	Q.931 / H.225.0	H.450	T.125
G.722						T.124
G.723					H.245	T.123
G.728						
G.729						
RTP						
UDP				TCP		
IP - Internet Protocol (Network Layer)						
Ethernet (Link Layer)						
Physical Layer						

# H.323 Gespräch



# SIP

- Das Session Initiation Protocol (SIP) ist ein Netzprotokoll zum Aufbau, zur Steuerung und zum Abbau einer Kommunikationssitzung zwischen zwei und mehr Teilnehmern. Das Protokoll wird u. a. im RFC 3261 spezifiziert.
- Das Design des SIP lehnt sich an das Hypertext Transfer Protocol an (ist zu diesem aber nicht kompatibel) Der Aufbau von SIP erlaubt es, auf einfache Weise neue Erweiterungen einzufügen, ohne dass alle involvierten Geräte diese verstehen müssen.
- Um ein Internet-Telefonat zu führen, braucht man mehr als nur SIP, denn es dient lediglich dazu, die Kommunikationsmodalitäten zu vereinbaren bzw. auszuhandeln – die eigentlichen Daten für die Kommunikation müssen über andere, dafür geeignete Protokolle ausgetauscht werden. Hierzu wird häufig in SIP das SDP (Session Description Protocol, RFC 4566, „Sitzungs-Beschreibungs-Protokoll“) eingebettet, um die Details der Video- und/oder Audio-Übertragung auszuhandeln. Dabei teilen sich die Geräte gegenseitig mit, welche Codecs, welches Protokoll und an welcher Netzadresse sie senden und empfangen wollen.

# Verwandtschaft von SIP und HTTP / SMTP

Das SIP ist textbasiert und seine Syntax ist an das aus dem World Wide Web bekannte Hypertext Transfer Protocol (HTTP) angelehnt.

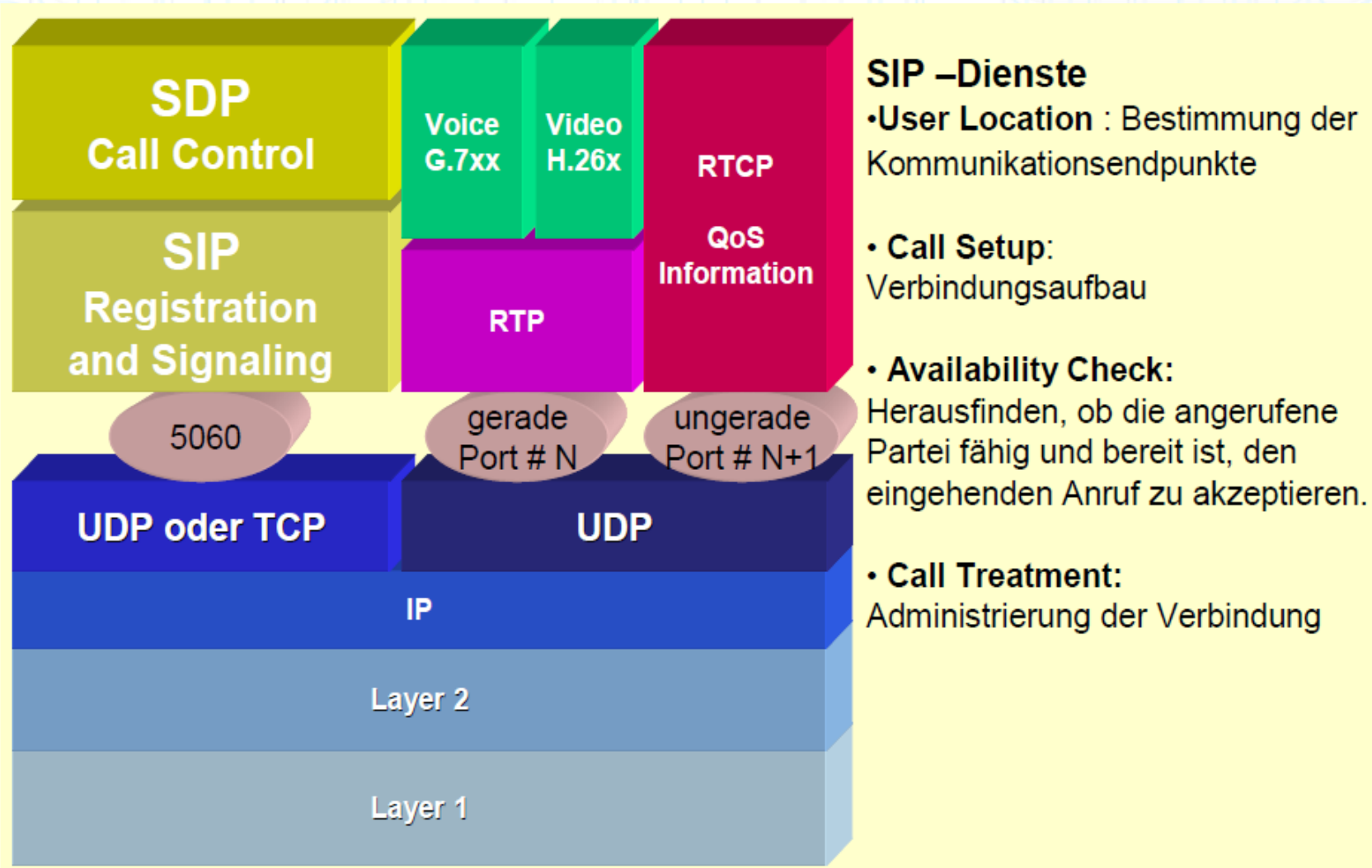
Die Verbindung wird so einfach wie möglich hergestellt und Nachrichten werden im „Klartext“ verschickt. Es wird direkt eingefügt, von wo nach wo Verbindungen hergestellt und welche Codecs genutzt werden. Das SIP ist in seiner Funktion mit dem Standard H.323 vergleichbar, jedoch weniger komplex und einfacher zu programmieren.

SIP benutzt vor allem die Elemente zweier weit verbreiteter Protokolle: HTTP und SMTP.

Ähnlich wie HTTP benutzt SIP eine Client-Server Architektur. Die Adressierung erfolgt unter der Benutzung von Uniform Resource Identifiers (URI's).

Von SMTP (RFC 2821) borgt sich SIP das Header Format mit den From, To und Content-Type Feldern. Ebenfalls von SIP adaptiert wird das Text-Encoding Schema Multipurpose Internet Mail Extensions, kurz MIME (RFC 2045 – 2049). Damit wird eine Vielzahl anzukünftigen, zusätzlichen Diensten ermöglicht.

# Session Initiation Protocol (SIP)



# SIP Meldungen - REQUEST

Die SIP Meldungen bestehen aus Anfragen (Requests) und Antworten (Responses), wobei auf jeden Request, außer bei CANCEL, mit einem Response geantwortet wird.

Es gibt folgende verschiedenen SIP Meldungen:

## **Requests RFC 2543**

**REGISTER**

User registriert sich beim Proxy Server

**INVITE**

Session-Anfrage von einem Client

**ACK**

bestätigt den Erhalt einer INVITE Anfrage

**BYE**

kann von jeder Partei zum Beenden einer Session benutzt werden

**CANCEL**

beendet eine Session, die noch nicht völlig aufgebaut.

**OPTIONS**

übermittelt zusätzliche Informationen. Die Meldung wird von Clients akzeptiert, aber nicht versendet.

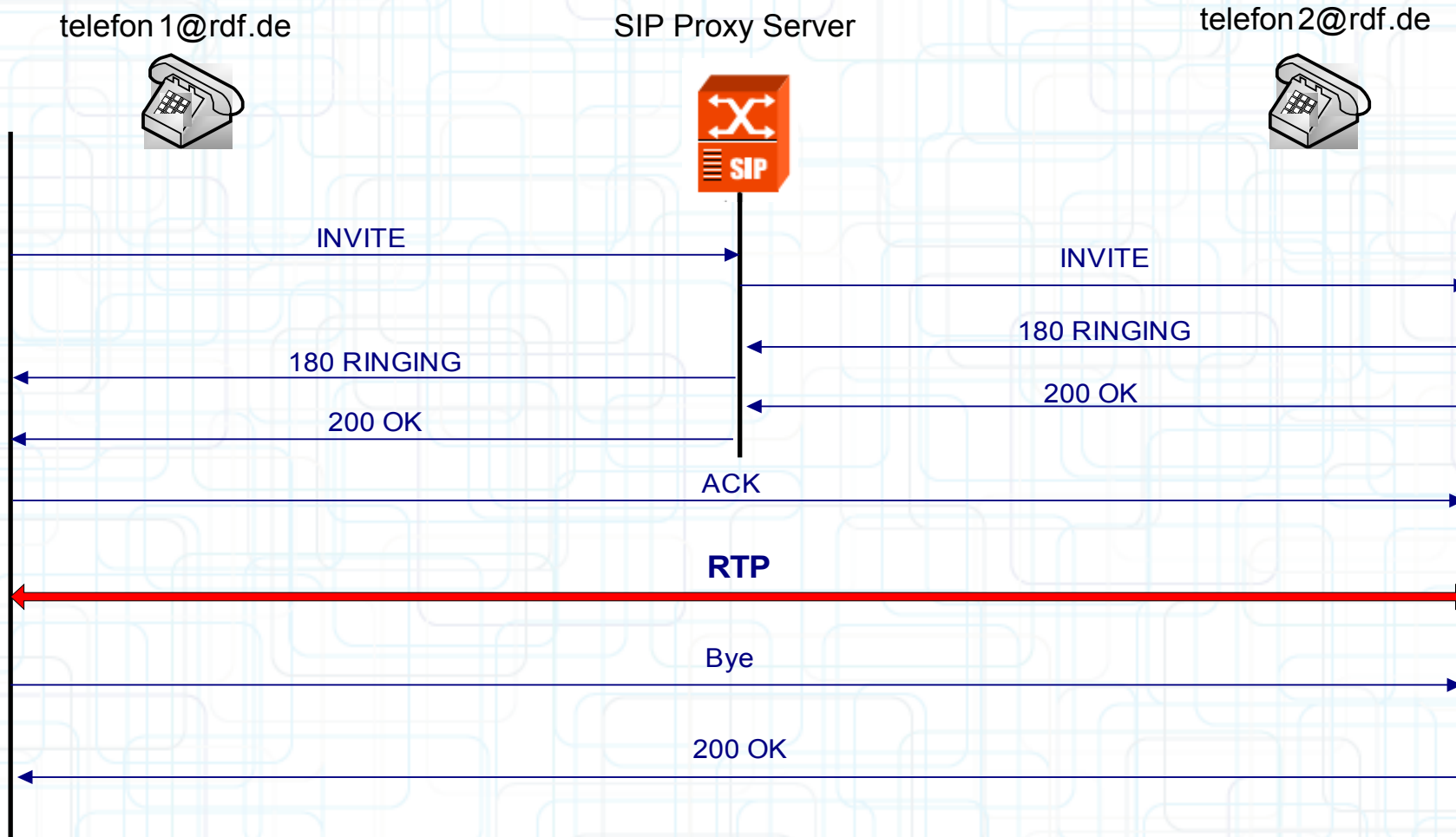
Nachträglich von IETF standardisierte Meldungen sind:

**SUBSCRIBE, NOTIFY, INFO, REFER, MESSAGE**

# SIP Meldungen - RESPONSE

Wert	Beschreibung
1xx	Request Received, die Anforderung wird weiter bearbeitet
2xx	Success, die Aktion wurde erfolgreich erhalten, verstanden und akzeptiert
3xx	Redirektion, der Server hat andere mögliche Ziele benannt
4xx	Client Error, Request enthält eine falsche Syntax oder kann vom Server nicht ausgeführt werden
5xx	Server Error, Request konnte auf Grund eines Fehlers des Servers nicht beantwortet werden.
6xx	Global Failure, der Request konnte auf keinem der Server ausgeführt werden

# SIP Verbindungsaufbau



# SIP-Adressierung

- SIP URL: sip: „Rudolf Diesel“ rdiesel@rdf.de
- E.164 Adressen sip: 1234567890@rdf.de; user = phone
- Gemischte Adressen sip:1234567890@rdf.de: user = phone  
sip:rdiesel@10.1.1.1:5010
- E.164 Adressen mittels Tel- URLs  
tel:0911123456789

# SIP vs. H.323

Beim Transport der Signalisierung verwendet SIP UDP oder TCP, H.323 in Version 2 dagegen benutzt ausschließlich TCP.

SIP unterstützt Konferenzen über IP Multicast ohne einen zusätzlichen Server, H.323 braucht eine MCU.

SIP ist textcodiert, H.323 binär.

Bis 2000 war H.323 das Protokoll fast aller Hersteller, aber die Nachfrage nach SIP wächst.

Der größte Unterschied von H.323 und SIP liegt nicht in den Telefondiensten, sondern in den Internetdiensten.

Sip verwendet verschiedene Servertypen für entsprechende Funktionen, H.323 handelt alle Funktionen über einen Gatekeeper ab (ein Server -> nicht so skalierbar)

Fazit: Viele der neuen Dienste im Internet werden sich eher am SIP orientieren als an H.323.

Protokoll	SIP	H323
Transport	UDP, TCP	TCP (H225; q931; H245)
Konferenzen	IP Multicast oder MCU	Multipoint Conferenz Unit - MCU
Encodierung	Text	Binär
Server Typen	Proxy, Registrar, redirect – stateless oder stateful	Gatekeeper – nur stateful

# RTP

Das Real-Time Transport Protocol (RTP) ist ein Protokoll zur kontinuierlichen Übertragung von audiovisuellen Daten (Streams) über IP-basierte Netzwerke. Das Protokoll wurde erstmals 1996 im RFC 1889 standardisiert. 2003 wurde ein überarbeiteter RFC veröffentlicht. Der RFC 3550 löst damit den RFC 1889 ab.

Es dient dazu, Multimedia-Datenströme (Audio, Video, Text, etc.) über Netzwerke zu transportieren, d.h. die Daten zu kodieren, zu paketieren und zu versenden. RTP ist ein Paket-basiertes Protokoll und wird normalerweise über UDP betrieben. RTP kann sowohl für Unicast-Verbindungen als auch für Multicast-Kommunikation im Internet eingesetzt werden.

Das **RTCP (RealTime Control Protocol)** arbeitet mit RTP zusammen und dient der Aushandlung und Einhaltung von Quality-of-Service-Parametern (QoS).

Es findet Anwendung in vielen Bereichen, u.a. wird es bei den IP-Telefonie-Technologien H.323 und SIP dazu verwendet, die Audio-/Videoströme des Gespräches zu übertragen.

RTP garantiert noch keine wirkliche Übertragung in Echtzeit, bietet jedoch passende Mechanismen.

# RTP-Header

Byte 0								Byte 1								Byte 2								Byte 3							
Bit 0	1	2	3	4	5	6	7	Bit 0	1	2	3	4	5	6	7	Bit 0	1	2	3	4	5	6	7	Bit 0	1	2	3	4	5	6	7
V=2		P	X	CC			M	PT				sequence number																			
timestamp (in sample rate units)																															
synchronization source (SSRC) identifier																															
contributing source (CSRC) identifiers (optional)																															
Header Extension (optional)																															

# RTCP-Header

Byte 0								Byte 1								Byte 2								Byte 3							
Bit 0	1	2	3	4	5	6	7	Bit 0	1	2	3	4	5	6	7	Bit 0	1	2	3	4	5	6	7	Bit 0	1	2	3	4	5	6	7
V=2		P	RC			PT				Length																					

# Verbindungsaufbau und RTP Stream

## Verbindungsaufbau:

No. .	Time	Source	Destination	Protocol	Info
87	28.263959	192.168.178.35	192.168.178.1	DNS	Standard query A sip.gmx.net
88	28.265218	192.168.178.1	192.168.178.35	DNS	Standard query response CNAME sip-gmx.schlund.de A 212.227.19.133 A 212.
89	28.358689	192.168.178.35	212.227.19.133	SIP/SDP	Request: INVITE sip:4991557290@sip.gmx.net, with session description
90	28.432602	212.227.19.133	192.168.178.35	SIP	Status: 407 Proxy Authentication Required
91	28.558750	192.168.178.35	212.227.19.133	SIP	Request: ACK sip:4991557290@sip.gmx.net
92	28.566435	192.168.178.35	192.168.178.1	DNS	Standard query A sip.gmx.net
93	28.567750	192.168.178.1	192.168.178.35	DNS	Standard query response CNAME sip-gmx.schlund.de A 212.227.19.133 A 212.
94	28.659717	192.168.178.35	212.227.19.133	SIP/SDP	Request: INVITE sip:4991557290@sip.gmx.net, with session description
95	28.736853	212.227.19.133	192.168.178.35	SIP	Status: 100 Giving a try
96	28.739839	212.227.19.133	192.168.178.35	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
97	28.960070	192.168.178.35	212.227.19.133	SIP	Request: ACK sip:password-4991557290@212.227.19.165
98	29.007689	192.168.178.35	212.227.19.165	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xE820D304, Seq=35371, Time=3625393927, Mark
99	29.018560	212.227.19.165	192.168.178.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x654E33F1, Seq=32996, Time=2400

## RTP-Stream:

No. .	Time	Source	Destination	Protocol	Info
178	30.058135	212.227.19.165	192.168.178.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x654E33F1, Seq=33048, Time=10720
179	30.060255	192.168.178.35	212.227.19.165	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xE820D304, Seq=35397, Time=3625402247
180	30.077985	212.227.19.165	192.168.178.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x654E33F1, Seq=33049, Time=10880
181	30.098350	212.227.19.165	192.168.178.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x654E33F1, Seq=33050, Time=11040
182	30.100003	192.168.178.35	212.227.19.165	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xE820D304, Seq=35398, Time=3625402567
183	30.117928	212.227.19.165	192.168.178.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x654E33F1, Seq=33051, Time=11200
184	30.139217	192.168.178.35	212.227.19.165	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xE820D304, Seq=35399, Time=3625402887
185	30.141214	212.227.19.165	192.168.178.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x654E33F1, Seq=33052, Time=11360
186	30.158068	212.227.19.165	192.168.178.35	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0x654E33F1, Seq=33053, Time=11520
187	30.179273	192.168.178.35	212.227.19.165	RTP	PT=ITU-T G.711 PCMA, SSRC=0xE820D304, Seq=35400, Time=3625403207

# Skype

- Eigenes proprietäres Protokoll – nicht offengelegt – keine Verbindung zu anderen Protokollen (SIP, H323)
- Verschlüsselung mit AES-256
- peer-to-peer Verbindung – gute Skalierung – wenig Probleme mit Firewalls
- Unterstützt Videotelefonie
- Unterstützt Konferenzen bis 15 Teilnehmer
- Mittlerweile auch eigene Hardware-Clients

# SCCP

Das Skinny Client Control Protocol (SCCP) ist der proprietäre Cisco-Standard für Telefonate und Konferenzen auf Basis des Internet-Protokolls in Echtzeit. SCCP kann auch in Umgebungen mit H.323, MGCP und SIP eingesetzt werden.

# Sicherheitsaspekte

- RTP verschlüsseln – SRTP (Secure RTP)
- SIPS – SIP über TLS/SSL
- Vishing – abgeleitet von Phishing
- VoIP – Spam, auch SPIT (Spam over Internet Telephony)
- ARP-Spoofing (auch Man-in-the-Middle-Angriff genannt)
- Phreaking (SIP wird beendet – RTP bleibt bestehen)
- DDoS (Distributed Denial of Service)
- Notrufe lokalisieren
- Ausfallsicherheit

# Quellen

- <http://de.wikipedia.org/wiki/IP-Telefonie>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Voip>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/H.323>
- [http://www.en.voipforo.com/H323/H323\\_example.php](http://www.en.voipforo.com/H323/H323_example.php)
- <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/net/0503131.htm>
- <http://www.elektronik-kompendium.de/sites/net/0905101.htm>
- <http://www.voip-information.de>