

# Internet – Protokolle für Multimedia - Anwendungen

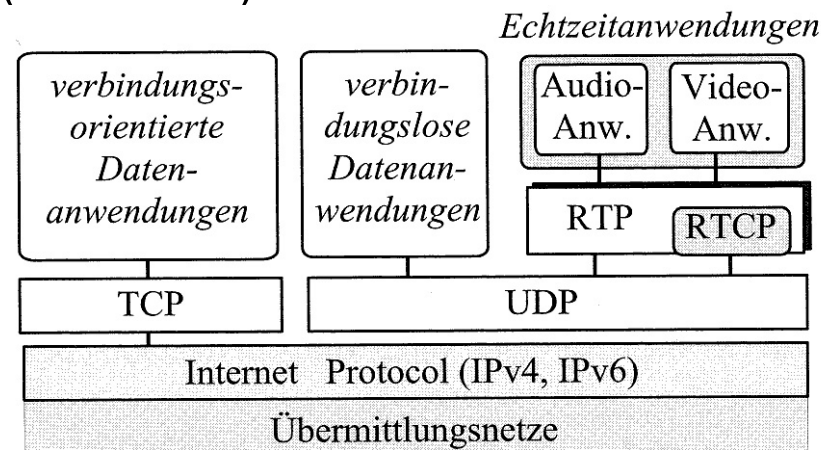
## Kapitel 5.6 RTP / RTCP

# Gliederung

- RTP / RTCP – Überblick
- Grundbegriffe
- RTP – Nachrichtenformate
- RTCP – Nachrichtenformate
- Wertung

# RTP/RTCP – Überblick (1)

- ❑ RTP (Real Time Transport Protocol, RFC1889) dient dem Transport von Echtzeitdaten in IP-Netzen. Vergibt Zeitstempel und Sequenznummern an A/V-Ströme, erlaubt Unterstützung unterschiedlicher Profile (RFC3550)
- ❑ RTCP (Real Time Control Protocol) ist Steuer- und Meldeprotokoll zu RTP (RFC3550)



# RTP/RTCP – Überblick (2)

## □ Aufgaben

- Übermittlung von Echtzeitmedien in RTP-Paketen über RTP-Sessions
- Garantie der Reihenfolge von RTP-Paketen mittels Sequenznummern
- Garantie der Isochronität mittels geeigneten Zeitstempeln (RTP)
- Transport unterschiedlicher Formate von Echtzeitmedien. Formate als Profile in RFC 3551 definiert.
- Einsatz von Translators und Mixer zur Formatkonvertierung bzw. Strom-Mischung
- Überwachung der Übertragungsqualität (RTCP)
- Identifikation einer Quelle (RTCP)
- Unterstützung von Mehrpunkt-Kommunikation (RTCP)

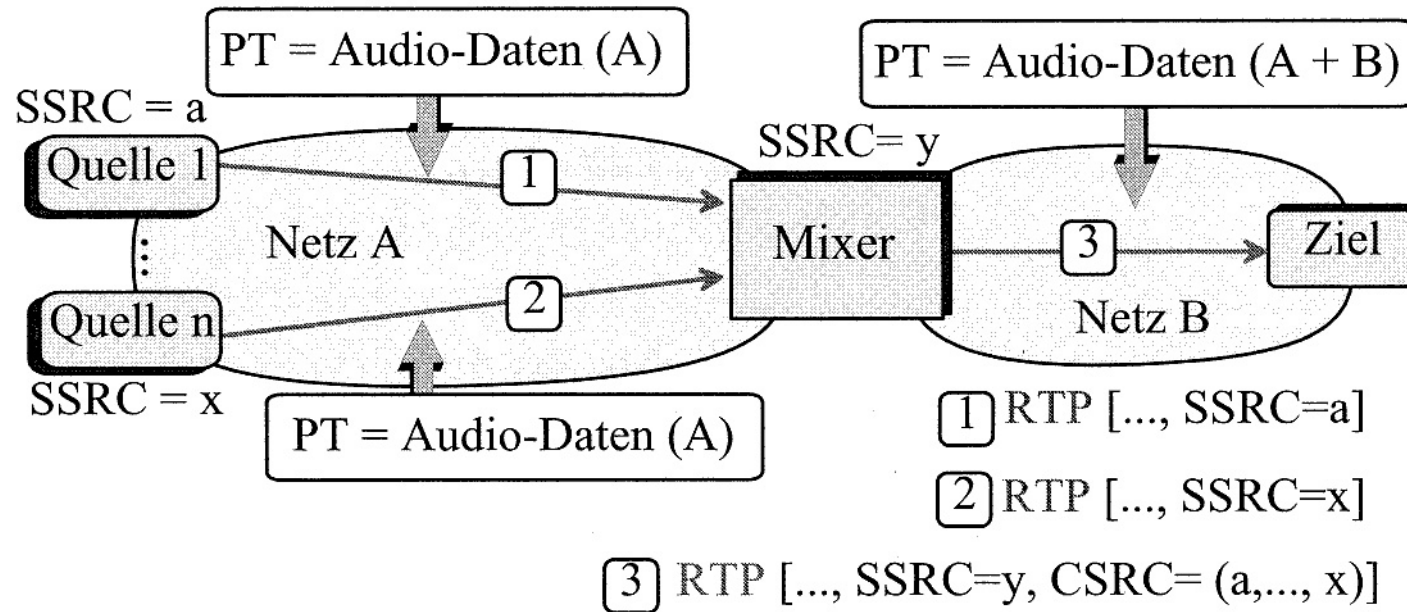
# RTP / RTCP – Überblick (3)

## □ Grundbegriffe

- RTP-Sitzung: Verbindung zwischen TIn-Gruppen, die über RTP kommunizieren. Sitzung ist für jeden TIn gegeben durch (Netzadresse, RTP-Port, RTCP-Port). Erlaubt Unicast/Multicast.
- Synchronisationsquelle, Synchronization Source, SSRC: Quelle eines RTP-Paketstroms (ursprüngliche Quelle)
- Teilnehmende Quelle, Contributing Source, CSRC: Quelle eines Stroms, der von einem RTP-Mischer erzeugt wurde, enthält Liste von SSRC-Kennungen
- Mischer, Mixer: vereinigt Ströme unterschiedl. Quellen, führt Zeitkorrekturen durch, wirkt als SSRC
- Übersetzer, Translator: Zwischensystem, das Formatkonvertierungen macht, ohne die Synchronisationsquelle zu ändern
- Monitor: überwacht RTCP-Pakete und wertet sie aus

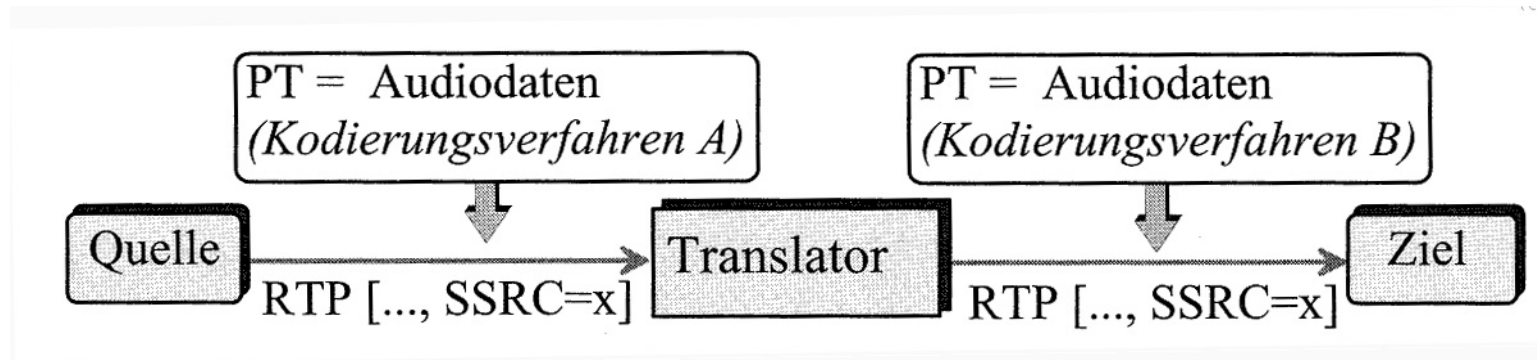
# RTP / RTCP – Überblick (4)

## □ Mixer-Funktion



# RTP / RTCP – Überblick (5)

## □ Translator-Funktion

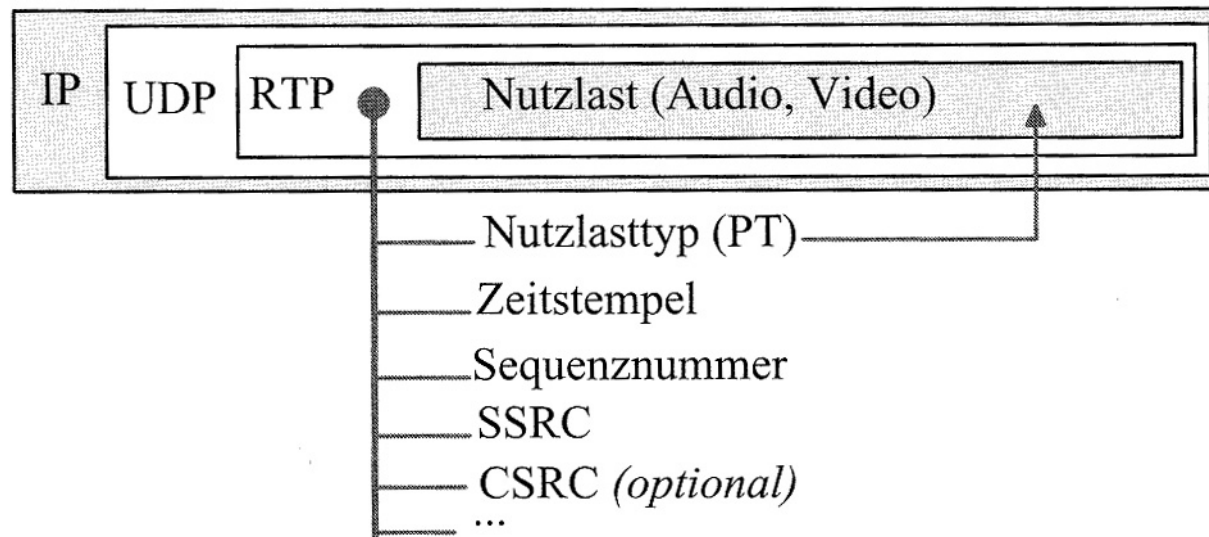


## RTP / RTCP – Überblick (6)

- RTP wird üblicherweise über UDP betrieben
- RTP kann auch über STII (Stream Protocol Version 2, RFC 1819) betrieben werden. STII unterstützt gerichtete Multicastströme und setzt nicht auf IP auf, sondern direkt auf ATM oder auf ATM AAL-Typ5.
- RTP ist ein Ende-zu-Ende-Protokoll. Voreinstellung Port 5004
- Falls mehrere Ströme in Konferenz (z.B. A/V), dann für jeden Strom eigene RTP-Session

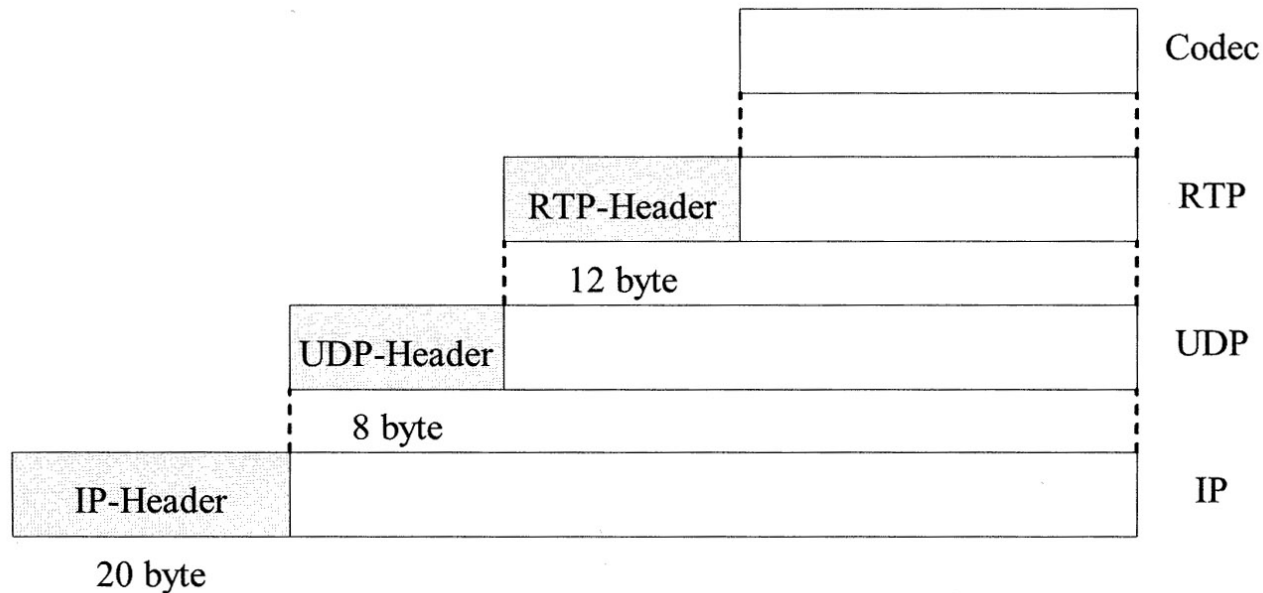


# RTP - PDU (1)



# RTP - PDU (2)

- ❑ Voice over IP: Overhead bei RTP. Bei Codierung G.711 mit 64 kbps (PCM) werden i.a. 256 Byte/Paket versendet, d.h. brutto 74 kbps und Paketisierungszeit 32 ms



# RTP - PDU (3)

## □ RTP-PDU-Format

0	1	2	3	4-7	8	9	10-14	15	16	17-30	31
V=2	P	X	CC	M	PT			Sequenznummer			
Zeitstempel											
SSRC-Kennung (Synchronization Source)											
CSRC-Kennung (Contributing Source) (variabel)											
Daten (variable Länge)											

# RTP – PDU (4)

## □ PDU-Felder

- V (Version)
- P (Padding): wird gesetzt, falls Nachricht mit Bytes aufgefüllt ist
- X (Extension): nicht benutzt
- CC (Contributor Count): Anzahl der beteiligten Quellkennungen
- M (Marker): anwendungsspezifisch, z.B. um Grenzen in einem Strom anzuzeigen
- PT (Payload Type): verweist auf Art der Nutzlast (→ Tabelle)
- Zeitstempel: Abtastzeitpunkt des 1. Oktetts im RTP-Paket, erlaubt Berechnung über Synchronisierungs- und Signalschwankungen (Zeitstempel ist Zähler oder Uhrzeit)
- SSCR: Synchronisierungsquelle (zufälliger Wert)
- CSCR-List: Beitragende Quellen, deren Nr. in CC stehen. Kennungen werden von Mischern eingefügt

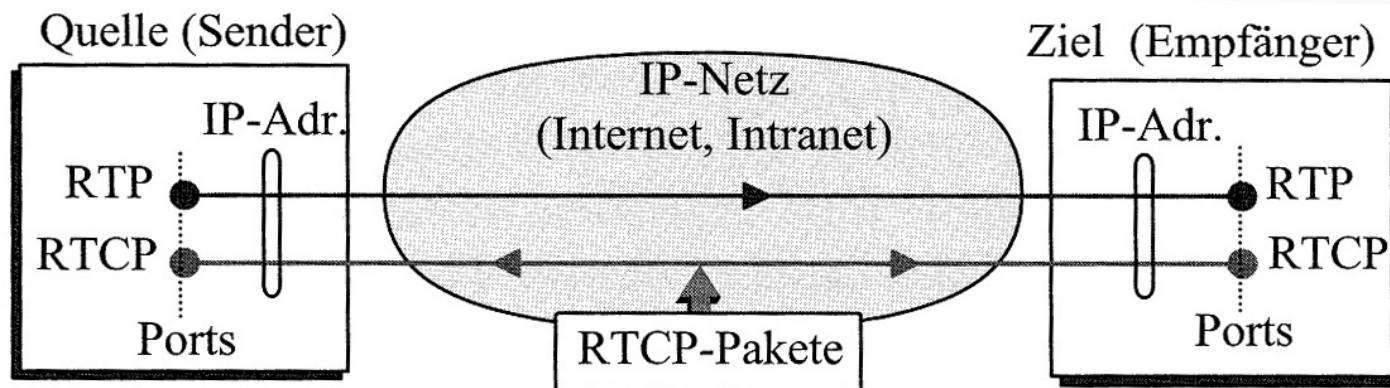
# RTP - PDU (5)

## □ Payload Types (RFC 3551)

Typ-ID	Typ	Typ-ID	Typ
0	PCMU Audiodaten	16-22	nicht zugewiesene Videodaten
1	1016 Audiodaten	23	RGV8-Videodaten
2	G.721 Audiodaten	24	HDCC-Videodaten
3	GSM Audiodaten	25	CelB-Videodaten
4	nicht zugewiesene Audiodaten	26	JPEG-Videodaten
5	DV14 Audiodaten (8 KHz)	27	CUSM-Videodaten
6	DV14 Audiodaten (16 KHz)	28	nv-Videodaten
7	LPC Audiodaten	29	PicW-Videodaten
8	PCMA Audiodaten	30	CPV-Videodaten
9	G.722 Audiodaten	31	H.261-Videodaten
10	L16 Audiodaten (stereo)	32	MPV-Videodaten
11	L16 Audiodaten (mono)	33	MP2T-Videodaten
12	TPSO Audiodaten	34-71	nicht zugewiesene Videodaten
13	VSC Audiodaten	72-76	reserviert
14	MPA	77-95	nicht zugewiesen
15	G.728		

# RTCP – Überblick

- ❑ Real Time Control Protocol (RTCP) unterstützt das Funktionieren von RTP (analog ICMP/IP oder ISDN-B/D-Kanäle)
- ❑ RTP-Daten fließen von Sender zu Empfänger, RTCP in beide Richtungen. RTCP ermöglicht „loosely controlled session“



# RTCP - PDU (1)

RTP / RTCP

Kap. 5.6

RN II

0	1	2	3	4-6	7	8	9-14	15	16	17-30	31
V=2	P	RC			PT=SR=200				Länge		
SSRC des Senders											
NTP-Zeitstempel, höherwertiges Wort											
NTP-Zeitstempel, niederwertiges Wort											
RTP-Zeitstempel											
Paketzähler des Senders											
Octetzähler des Senders											
SSRC_1 (SSRC of first source)											
Teilverlust											
Kumulierte Paketverluste											
Höchste empfangene erweiterte Sequenznummer											
Interarrival Jitter											
Letzter SR (LSR)											
Verzögerung seit letztem SR (DLSR)											
SSRC_2 (SSRC der zweiten Quelle)											
...											
Anwendungsabhängige Erweiterungen (variabel)											

# RTCP – PDU (2)

## □ PDU-Felder (1)

- V (Version)
- P (Padding)
- RC (Receiver Block Count): gibt an, wieviel Empfängerblöcke in Nachricht enthalten
- PT (Packet Type):
  - 200 (Absenderbericht): Aktive Sender senden und erhalten Statistiken
  - 201 (Empfängerbericht): Empfänger erhalten nur Statistiken
  - 202 (Quellbeschreibung): Quellbeschreibungskriterien einschl. CNAME
  - 203 (Bye): Ende der Teilnahme
  - 204 (Anwendungsspezifisch)
- Länge: des Absenderberichts
- SSRC: Synchronisierungsquell-ID (verbindet RTP- und RTCP-PDUs einer Quelle)
- NTP: NTP-Zeit eines Berichts, gestattet Berechnung RTD und Sitzungszeiten, ferner Abschätzung der Frequenz der RTP-Uhr und damit der Synchronisation (RFC 1305)



## RTCP – PDU (3)

### □ PDU-Felder (2): im Senderbericht

- RTP-Timestamp: für Intra- und Intermediasynchronisation  
z.B. Interarrival Jitter gemäß H.225 ist Differenz der relativen Ü-Zeiten für 2 Pakete = Differenz zwischen RTP-Zeitstempeln der Pakete und der Empfängeruhrzeit zum Zeitpunkt der Paketankunft  
 $D_i = R_i - S_i$  Verzögerung des i-ten RTP-Paketes im Netz  
 $J(j,i) = D_j - D_i = (R_j - R_i) - (S_j - S_i)$ , R Ankunftszeit, S Zeitstempel  
Jitterwerte lassen sich rekursiv berechnen:  $J_1 = 0$ ,  $J_2 = J(2,1)$ ,  
 $J_i = J_{i-1} + (|J(i,i-1)| - J_{i-1}) / 16$  für  $i \geq 3$   
 $J_i$  ist Schätzer für Jitter nach Empfang des i-ten RTP-Pakets  
 $J_i$  wird im Sender- und Empfänger-Report mittels RTCP geschickt
- Verzögerung gemessen in Timeticks =  $1/65536$ s
- Paket- und Bytezählung des Senders

## RTCP – PDU (4)

### □ PDU-Felder (3) : im Empfängerbericht

- SSCR\_n: Quellkennung, zu der dieser Empfangsbericht gehört
- % Verlust:  $\text{Verlustrate} = \text{Verlustanzahl} / \text{erwartete RTP-Pakete}$
- Kumulierter Paketverlust: Gesamtzahl verlorener Pakete dieser Quelle = Anzahl erwartet – Anzahl eingetroffen (inkl. verspätet oder Duplikat)
- erweiterte, höchste empfangene Sequenznr.
- Interarrival-Jitter (s.o.)
- Zeitpunkt letzter Senderbericht: mittlerer NTP-Zeitstempel des letzten Berichts
- Verzögerung seit dem letzten Senderbericht in Timeticks

## RTCP – PDU (5)

- ❑ Source Description Packet SDES (im PT = 202) enthält

CNAME:	einmaliger, eindeutiger Name für Quelle
NAME:	Name des realen Nutzers der Quelle
EMAIL:	Email-Adresse
PHONE:	Telefon-Nr
LOC:	Geographischer Ort
TOOL:	Name der Anwendung, die den Datenstrom generiert
NOTE:	Bemerkung über die Quelle
PRIV:	(private Erweiterung)
BYE:	Good Bye - RTP - Paket
APP:	Application-specific RTCP-Paket

weiteres im RFC 1889/1996

# RTCP: Abschätzung von RTD

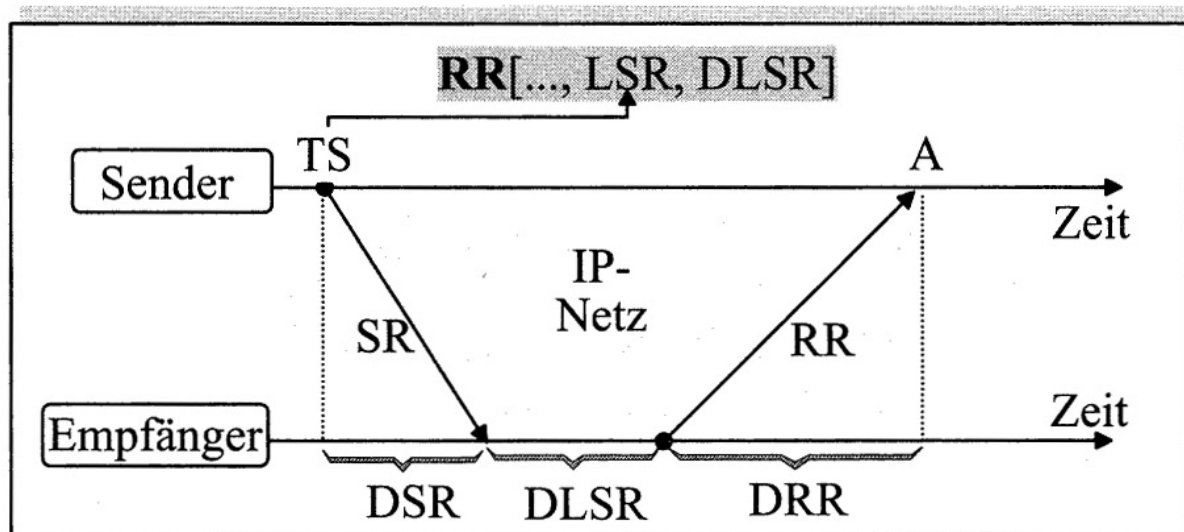
- RTD-Berechnung aufgrund Angaben in Reports SR und RR

$RTD = DSR + DRR = A - LSR - DLSR$ , wobei

A: Zeit, zu der das RTCP-Paket RR empfangen wurde

LSR: Zeitstempel aus letztem empfangenen SR-Paket

DLSR: Zeitabstand zwischen letztem SR-Empfang und Absenden RR



# RTP- / RTCP – Wertung

- keine Auslieferungsgarantie oder Verhinderung Auslieferung in falscher Reihenfolge. Sequenznr helfen bei der Rekonstruktion
- keine Mechanismen, um pünktliche Auslieferung oder andere QoS zu garantieren. Rückgriff auf untere Schichten
- RTCP-Receiver Reports helfen QoS-Monitoring, Infos über Verluste und Jitter zu sammeln. Sender Reports informieren Empfänger über Session-Dauer und helfen bei der Uhrensynchronisation für zeitgerechte Präsentation der MM-Ströme
- Mittels Reports kann in den Routern ein „Soft State“ gehalten werden
- RTP unterstützt Multicast
- RTP oft in der Anwendung direkt integriert
- RTCP skaliert schlecht bei RTP-Multicast

# RTP- / RTCP – Erweiterungen: SRTP, CRTP

## □ SRTP (Secure RTP in RFC 3711)

- Vertraulichkeit durch Verschlüsselung der RTP-Pakete
- Authentifizierung des Absenders gegen Identitäts-Spoofing
- Überprüfung der Integrität über Hashoperation HMAC-SHA1 (RFC 2104)
- Anti-Replay-Schutz
- SRTP setzt ein Key Management Protocol voraus, z.B. MIKEY (RFC 3830). Ferner muss für jede RTP-Session ein kryptographischer Kontext erzeugt werden.
- Entsprechende Absicherung von RTP durch SRTP
- Kompression des RTP / UDP / IP-Headers mittels der Protokolle CRTP (Compressed RTP, RFC 2508) und ROHC (Robust Header Compression, RFC 3095)