



Rechnernetze II

SoSe 2025

Roland Wismüller
Betriebssysteme / verteilte Systeme
roland.wismueller@uni-siegen.de
Tel.: 0271/740-4050, Büro: H-B 8404

Stand: 8. April 2025



Rechnernetze II

SoSe 2025

7 Anwendungsprotokolle



Inhalt

- ➔ Netzwerkmanagement
- ➔ Multimedia-Anwendungen

- ➔ Peterson, Kap. 9.2.3, 9.3
- ➔ Tanenbaum, Kap. 6.4.3, 7.4.5
- ➔ Kurose/Ross, Kap. 8.1-8.4
- ➔ CCNA, Kap. 8

7.1 Netzwerkmanagement



Aufgaben des Netzwerkmanagements

- ➔ Performance-Management
 - ➔ z.B. Überwachung des Verkehrs zur Ressourcenplanung
- ➔ Fehlermanagement
 - ➔ z.B. Ausfall einer Netzwerkkarte, Prüfsummenfehler, *Route-Flapping*, *IP Reassembly*-Fehler
- ➔ Konfigurationsmanagement
- ➔ Accounting-Management
 - ➔ z.B. Nutzungsquoten, Zugriffsrechte auf Ressourcen
- ➔ Sicherheits-Management
 - ➔ Einbruchserkennung, z.B. DoS, Port-Scans

7.1 Netzwerkmanagement ...



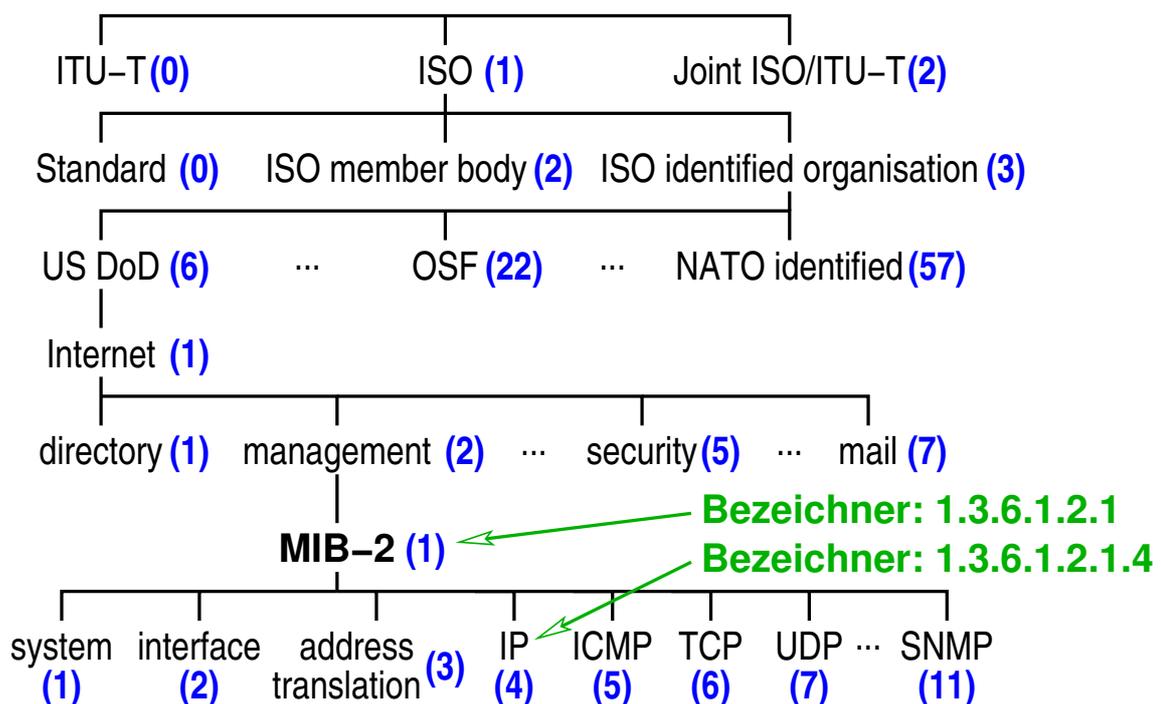
Simple Network Management Protocol (SNMP) (RFC 1901 ff.)

- ➔ Überwachung des Netzes über das Netz
- ➔ Einfaches Anfrage-Antwort-Protokoll
 - Anfragen i.w.: GET und SET Operationen auf Objekten (Variablen)
- ➔ Setzt bevorzugt auf UDP auf
- ➔ Sicherheitsmechanismen erst ab Version 3 (SNMPv3)
- ➔ Sammlung aller Objekte: *Management Information Base* MIB
 - hierarchisch organisiert (Baumstruktur)
 - beschrieben in der Sprache SMI (Basis: ASN.1)
 - einfache Datentypen, Sequenzen (Tabellen), Strukturen
 - Objekte durch „dezimale Punktnotation“ benannt

7.1 Netzwerkmanagement ...



ASN.1 Objektidentifizierungsbaum





MIB-Einträge (Beispiele)

- ➔ System: Systemname (HW, BS, ...), Hersteller, *Uptime*, Standort, Kontaktperson, verfügbare Dienste
- ➔ Interface: Hardware-Adresse, gesendete/empfangene Pakete
- ➔ Adreßübersetzung: ARP, insbesondere Übersetzungstabelle
- ➔ IP: Routing-Tabelle, Anzahl Datagramme, Statistiken zu Reassemblierung, verworfene Pakete
- ➔ TCP: Zahl passiver/aktiver *Open*-Operationen, Anzahl *Timeouts*, *Default-Timeout*, Liste offener TCP-Verbindungen
- ➔ UDP: Zahl gesendeter / empfangener / unzustellbarer Datagramme, Liste geöffneter UDP-Ports

7.2 Multimedia-Anwendungen



Im Folgenden:

- ➔ RTP (*Realtime Transport Protocol*) und RTCP (*Realtime Transport Control Protocol*)
 - ➔ Übertragung von z.B. Audio- und Video-Strömen
 - ➔ RTCP: Steuerprotokoll zu RTP
- ➔ SIP (*Session Initiation Protocol*)
 - ➔ Aufbau von Sitzungen (Telefonie, Konferenz)
- ➔ Anmerkung: ITU-Empfehlung H.323 für Internet-Telefonie
 - ➔ umfaßt RTP, RTCP und Protokolle f. Registrierung (H.225), Anrufsignalisierung (Q.931) und Anrufsteuerung (H.245)
 - ➔ SIP ist IETF Alternative zu H.323-Steuerprotokollen



RTP *Realtime Transport Protocol* (RFC 3550)

- ➔ Allgemeines Transportprotokoll für Multimedia-Ströme
 - unabhängig vom Typ der Daten (Audio, Video, ...) und der Codiermethode (z.B. MPEG)
- ➔ Setzt i.d.R. auf UDP auf
 - typisch: Bibliothek oberhalb der Socket-Schnittstelle
- ➔ Unterstützt das Multiplexen mehrerer Ströme in einen Strom von UDP-Paketen
 - um Bandbreitenbedarf zu verringern
- ➔ Zwei Protokolle: RTP (Daten) und RTCP (Steuerung)
 - RTP: gerade Port-Adresse
 - RTCP: unmittelbar folgende Port-Adresse

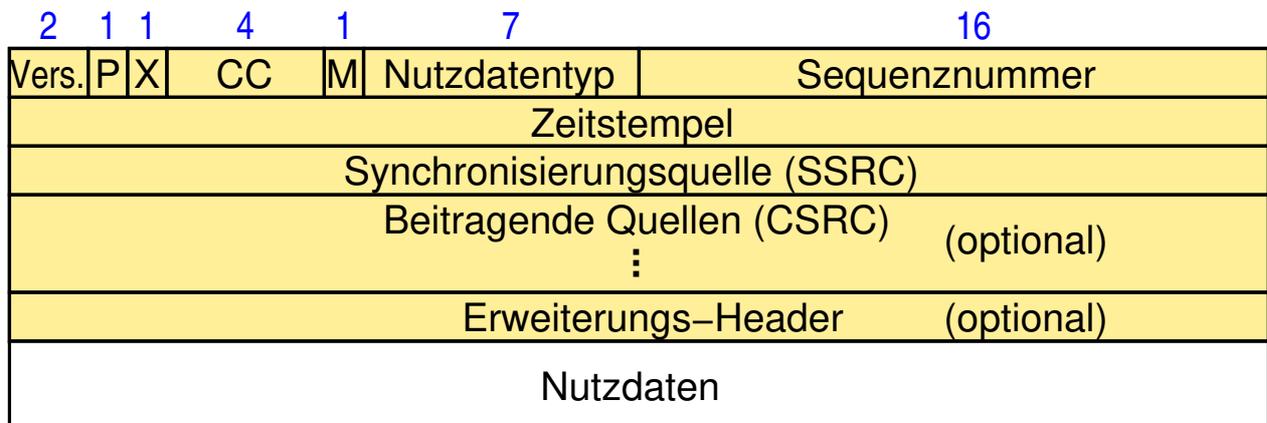


RTP/RTCP: Anforderungen

- ➔ Pakete mit Zeitstempel (für korrekte Wiedergabe)
- ➔ Synchronisation verschiedener Ströme (z.B. Audio und Video)
- ➔ Empfänger soll Paketverlust erkennen können
 - keine Neuübertragung; Behandlung anwendungsspezifisch
- ➔ *Feedback* zum Sender für Überlastvermeidung
 - Statistiken über Paketverlust; Behandlung anwendungsspezifisch, z.B. aggressivere Kompression
- ➔ Kennzeichnung von Paketen (z.B. Frame-Grenzen bei Video)
- ➔ Geringer Paket-Overhead durch Header
 - i.d.R. kurze Pakete wegen Latenzzeit



Aufbau eines RTP-Pakets



Vers.: Versionsnummer (2)

P: Füllbit: Nutzdaten aufgefüllt, letztes Byte enthält Anzahl der Füllbytes

X: Erweiterungs-Header vorhanden

CC: Anzahl beitragender Quellen

M: Markierungsbit



Details zu RTP

- ➔ RTP definiert für jede Anwendungsklasse ein Profil und ein oder mehrere Formate für die Nutzdaten
 - ➔ Profil: z.B. Audio-, Video-Strom; Format: z.B. MPEG, H.261
 - ➔ legt fest, wie Marker / Zeitstempel zu interpretieren sind
- ➔ SSRC ist zufällig gewählte ID der Quelle (z.B. Kamera), die den RTP-Strom identifiziert
- ➔ CSRC nur benutzt, wenn mehrere Stöme durch Multiplex zusammengefaßt werden
 - ➔ SSRC identifiziert dann den Multiplexer
- ➔ Zeitstempel ist relative Zeit
 - ➔ Auflösung durch Profil definiert, je nach Abtastintervall

Anmerkungen zu Folie 231:

H.261 ist ein Standard der ITU-T für ein komprimiertes Video-Datenformat.

231-1

7.2.1 RTP / RTCP ...



Steuerprotokoll RTCP

➔ Aufgaben:

- ➔ Rückmeldung über Leistung der Anwendung / des Netzes
- ➔ Synchronisation mehrerer RTP-Ströme eines Senders
- ➔ anwenderfreundliche Senderidentifikation

➔ Pakettypen:

- ➔ Empfängerberichte: Statistiken zu Zahl der Pakete, Paketverlust, geschätzter Jitter, ...
- ➔ Senderberichte: Uhrzeit und zugehöriger RTP-Zeitstempel, Zahl bisher gesendete Pakete / Bytes
- ➔ Quellenbeschreibungen: SSRC und kanonischer Name (user@host)



- ➔ Aufgaben u.a.:
 - ➔ Bereitstellung von Informationen zu einer Sitzung bzw. Verbindung (SDP: *Session Description Protocol*)
 - ➔ Name und Zweck der Sitzung
 - ➔ Anfangs- und Endezeit
 - ➔ Medientypen (Audio / Video)
 - ➔ Netzwerk-bezogene Informationen
 - ➔ Multicast Adresse, Transportprotokoll (z.B. RTP + Profil, UDP), Ports, Kodierung
 - ➔ Verbindungsaufnahme bei Internet-Telefonie (SIP: *Session Initiation Protocol*)
- ➔ (Hier nur Protokolle der IETF betrachtet)



SDP: *Session Description Protocol* (RFC 4566)

- ➔ Legt i.w. fest, wie Sitzungsinformationen codiert werden
 - ➔ ASCII-Codierung mit *Typ=Wert* Format

```
v=0          SDP-Version
o=larry 2890844526 2890842807 IN IP4 10.0.1.5  Ursprung
s=Networking 101                               Sitzungsname
i=A class on computer networking              Sitzungsbeschreibung
u=http://www.cs.princeton.edu                 URI der Sitzung
e=larry@princeton.edu                         Email-Adresse Kontaktperson
c=IN IP4 224.2.17.12/127                       IP-Multicast-Adresse der Sitzung
t=2873397496 2873404696                       Start- und Endezeit
m=audio 49170 RTP/AVP 0                         Medien (Typ, Port, Transportprotokoll, Format)
m=video 51372 RTP/AVP 31
m=application 32416 udp wp
```

Anmerkungen zu Folie 234:

- ➔ Zu o:
 - ➔ Die Felder sind Benutzername, Sitzungs-ID, Sitzungs-Versions-ID, Netzwerk-Typ, Adreß-Typ, Adresse
- ➔ Zu c:
 - ➔ Die 127 nach dem Schrägstrich ist die TTL
- ➔ Zu m:
 - ➔ AVP: Audio/Video Profile
 - ➔ Die Format-Nummern geben den RTP Payload Type an, z.B. 0 = PCMU (Audio 8 bit/Sample, 8 kHz Abtastrate), 31 = H.261 (Video)
 - ➔ Medien-Typ und Medien-Format zusammen entsprechen einem MIME-Type (z.B. application/wp)

234-1

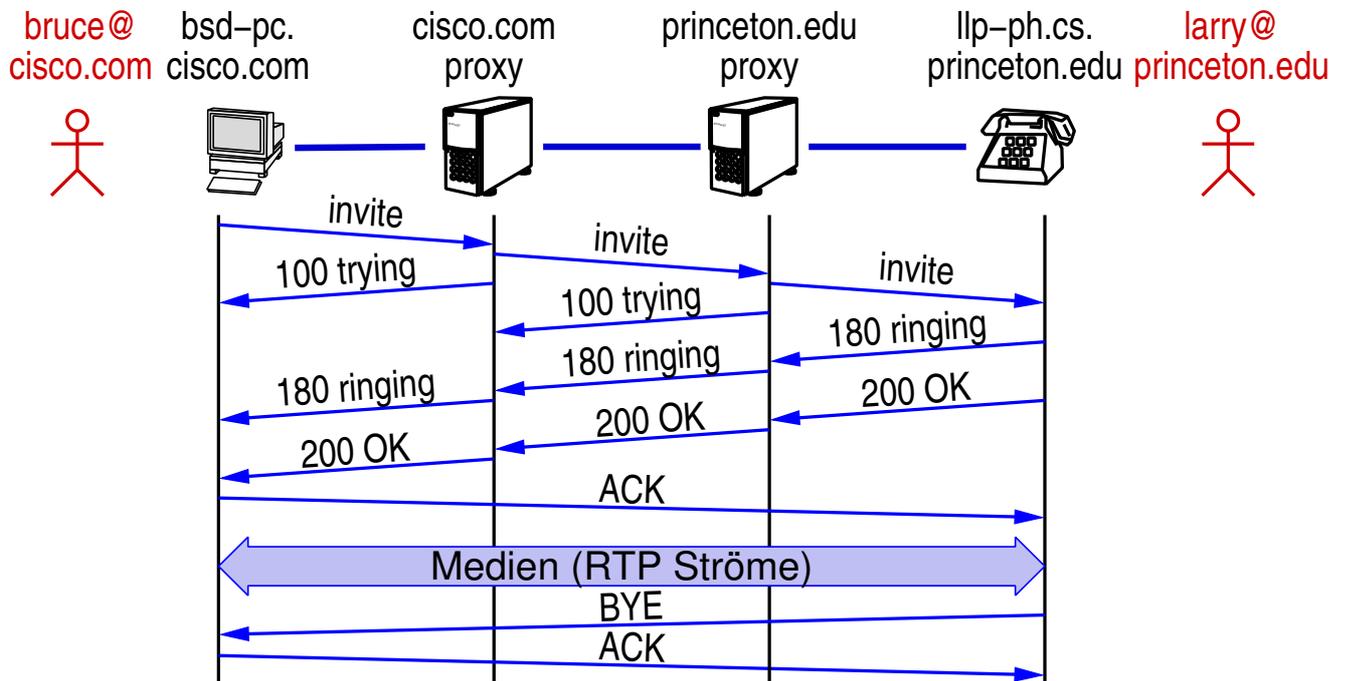
7.2.2 Sitzungs- und Anrufsteuerung ...



SIP (*Session Initiation Protocol*) (RFC 3261)

- ➔ Anfrage/Antwort-Protokoll, ähnlich HTTP und SMTP
 - ➔ Verwendung von MIME für Nutzdaten
- ➔ Funktionen:
 - ➔ Bestimmung des Benutzerstandorts
 - ➔ Benutzer kann mehrere verschiedene Rechner nutzen
 - ➔ daher: Einführung eines Proxy-Servers, bei dem sich Benutzer mit aktuellem Standort (= Rechner) registriert
 - ➔ Feststellung, ob Benutzer an Sitzung teilnehmen kann/will
 - ➔ Aushandlung der Medien und Kodierungen
 - ➔ Einrichten von Sitzungsparametern (z.B. Port-Nummern)
 - ➔ Sitzungsmanagement, z.B. Rufweiterleitung, Änderung von Sitzungsparametern

Nachrichtenfluß einer SIP-Sitzung



Anmerkungen zu Folie 236:

In der *invite*-Nachricht stehen die vorgeschlagenen Sitzungsparameter, typischerweise als SDP-Nachricht.

In der *OK*-Nachricht sendet der Angerufene die akzeptierten Sitzungsparameter zurück.



Netzwerkmanagement

- ➔ Performance, Fehler, Konfiguration, Accounting, Sicherheit
- ➔ SNMP: Zugriff auf Objekte (Variablen) über das Netz
- ➔ MIB: Sammlung aller Objekte, hierarchisch strukturiert
 - ➔ System, Interface, ARP, IP, ICMP, TCP, UDP, ...



Multimedia-Protokolle

- ➔ H.323 Empfehlung: RTP/RTCP und Steuerprotokolle
- ➔ RTP: allgemeines Transportprotokoll, über UDP
 - ➔ Multiplexing von Datenströmen
 - ➔ Zeitstempel
 - ➔ Sequenznummern
 - ➔ Markierung von Paketen
- ➔ RTCP: Steuerprotokoll zu RTP
 - ➔ Sender- und Empfängerberichte
 - ➔ Paketverlust, Jitter
 - ➔ Zuordnung Zeitstempel ↔ Reale Zeit
 - ➔ Quellenbeschreibungen