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

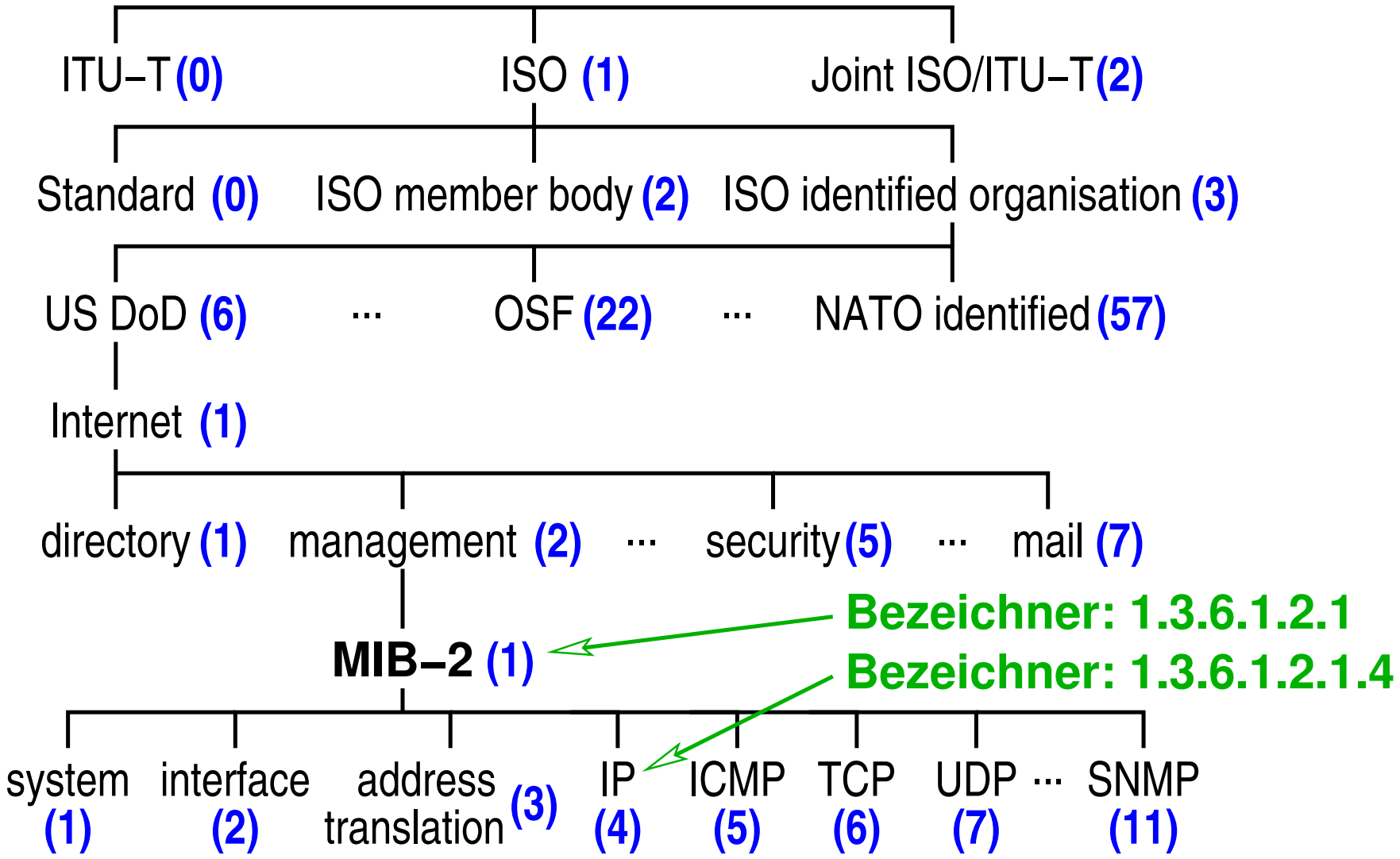
Aufgaben des Netzwerkmanagements

- 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

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

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

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

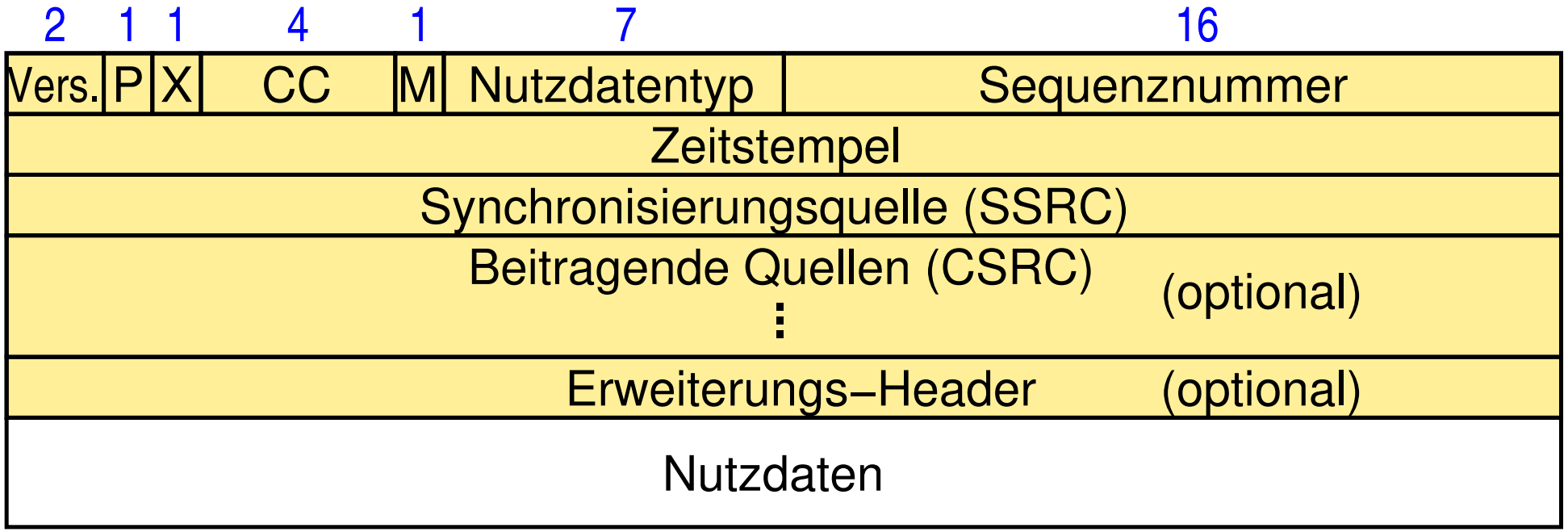
RTP *Realtime Transport Protocol* (RFC 3550)

- 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 anwendungs-spezifisch, z.B. agressivere Kompression
- Kennzeichnung von Pakten (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

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)

7.2.2 Sitzungs- und Anrufsteuerung

- 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
  - Verbindungsaufname bei Internet-Telefonie (SIP: *Session Initiation Protocol*)

- (Hier nur Protokolle der IETF betrachtet)

7.2.2 Sitzungs- und Anrufsteuerung ...

SDP: *Session Description Protocol* (RFC 4566)

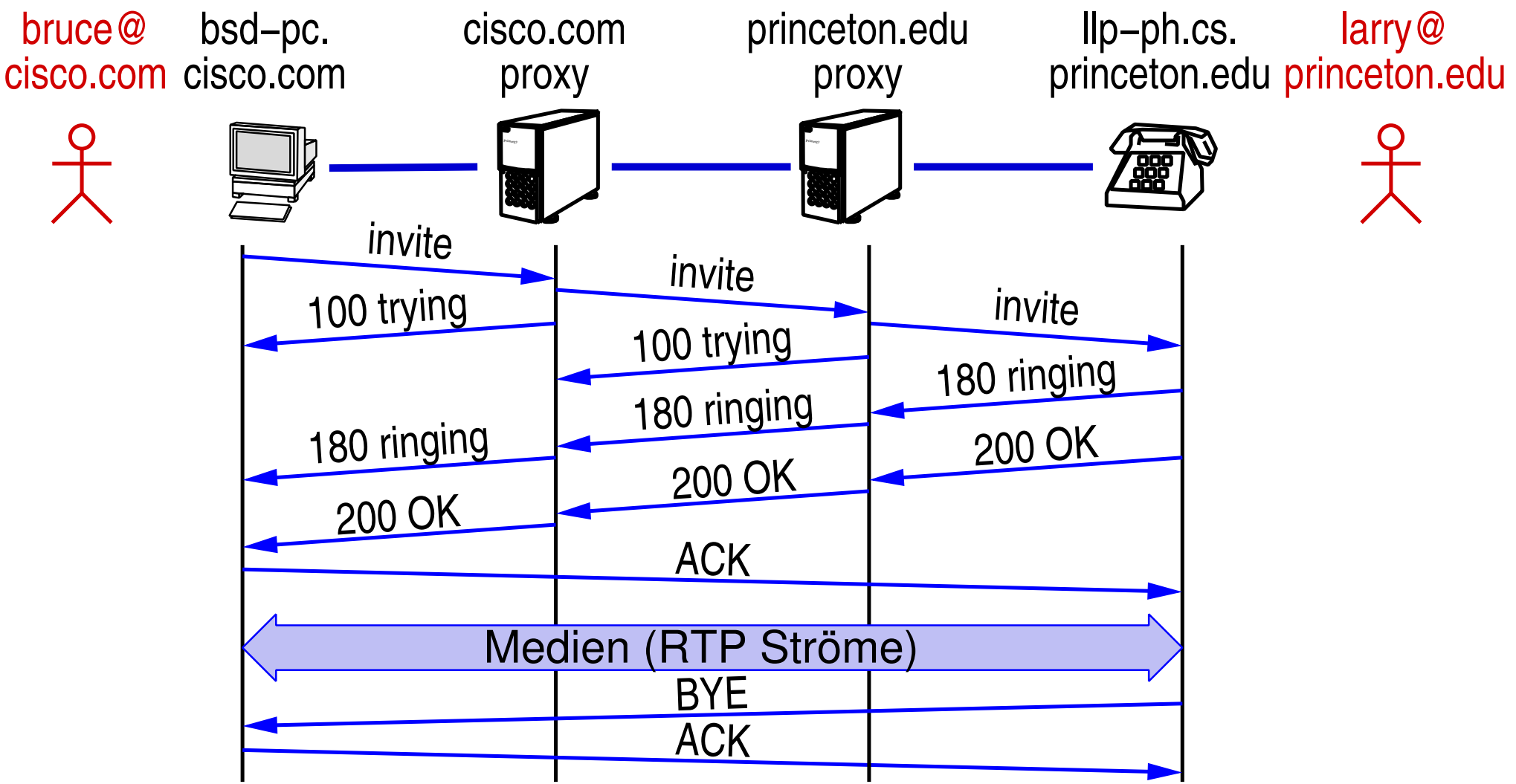
- Legt i.w. fest, wie Sitzungsinformationen codiert werden
  - ASCII-Codierung mit *Typ=Wert* Format

```
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 Endzeit
m=audio 49170 RTP/AVP 0                      Medien (Typ, Port, Transportprotokoll, Format)
m=video 51372 RTP/AVP 31
m=application 32416 udp wp
```

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



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 $\leftrightarrow$ Reale Zeit
  - Quellenbeschreibungen