

Dienste und Anwendungen

Kapitel: 9.3: Voice over IP

RN
Kap. 9.3
Voice over IP

Internetprotokolle für MM – Support (1)

Anw.	Audio, Video	AV - Konferenzen		
		RTSP	SIP	MBONE-Application
	RTP, RTCP, NTP			
4	TCP, UDP, SCTP			
3	INTSERV / RSVP, DIFFSERV / COS IGMP, Multicast-Protokolle IP, ICMP			MPLS
2				
1				

RN
Kap. 9.3
Voice over IP

Internetprotokolle für MM – Support (2)

- IP (Internet Protocol): datagramorientiert, store-and-forward
- ICMP (Internet Control Message Protocol): Schichtmgmt-Protokoll z.B. für Fehlerbenachrichtigung, Erreichbarkeitstests, Routenfeststellung, RTD-Bestimmung
- IGMP (Internet Group Mgmt Prot): zur Unterstützung von Multicast, ermöglicht es einem Host, sich einer Multicast-Gruppe anzuschließen (z.B. Registrierung beim Router)
- Multicast-Routingprotokolle: DVMRP (Distance Vector Multicast Routing Protocol), MOSPF (Multicast Open Shortest Path First), PIM (Protocol Independent Multicast) mit Varianten PIM-dense und PIM-sparse
- TCP (Transport Control Protocol): verbindungsorientiert mit Flusststeuerung und Überlastkontrolle, Reihenfolgesicherung, Sequenznummern, Prüfsumme
- UDP (User Datagram Protocol): unzuverlässiges verbindungsloses Transportprotokoll
- SCTP (Stream Control Transport Protocol): zum Transport von Signalisierungsdaten

Internetprotokolle für MM – Support (3)

- RSVP (Resource Reservation Protocol): zentraler Bestandteil der INTSERV-Architektur. Dient der Ressourcenreservierung und -anpassung auf einem Ende-zu-Ende-Pfad (unicast und multicast)
- IntServ: Integrated Service Architecture für das Internet. Versucht Echtzeit- und Nicht-Echtzeitdienste durch verschiedene Mechanismen (Überlastkontrolle, Prioritäten, Reservierung) auf einer technischen Ebene zu integrieren
- DiffServ (Differentiated Service): Methode, um unterschiedliche QoS-differenzierende Dienste auf der Basis des IP-Netzes zu realisieren. Benutzt Dienstklassenkennzeichnung
- CoS (Classes of Service): Dienstgüteklassen bei DiffServ
- MPLS (Multiprotocol Label Switching): Verfahren zur Beschleunigung des Forwarding in Routern. Forwarding nicht mehr auf Basis der IP-Adresse, sondern auf Basis eines Labels, das nur lokal bis zum nächsten Router gilt. Forwarding geschieht durch Label Swapping, somit arbeitet Router ähnlich wie ein Switch. Somit hat MPLS Aspekte von Schicht 2 und 3.

Internetprotokolle für MM – Support (4)

- RTP (Real Time Transport Protocol): unterstützt Echtzeitanwendungen auf der Basis von UDP, unterstützt IP-Multicast, leistet selbst keine Zeitgarantien.
- RTCP (Real Time Control Protocol): ergänzt RTP um Möglichkeiten zur Überwachung einer RTP-Sitzung bzgl. Leistung und Ende-zu-Ende-Kommunikation
- NTP (Network Time Protocol): Protokoll zur Synchronisation mehrerer Knotenuhren im Internet durch Hierarchie von Zeitgebern
- RTSP (Real Time Streaming Protocol): Protokoll zur Unterstützung von Anwendungen wie Web-Radio oder Web-TV
- MBONE (Multimedia Backbone): stellt ein virtuelles baumartiges Backbone-Netz im Internet bereit für Video-Multicast samt Bausteinen für Videokonferenzen und Audioübertragung
- H.323 definiert eine Architektur für die Übertragung von AV-Strömen und Videokonferenzen über paketvermittelnde Netze (LANs) und Internet (Terminals, Gatekeeper, Multipoint Control Units, Protokolle). Basis für IP-basierte Videokonferenzen.
- SIP (Session Initiation Protocol): Alternative zu H.323

Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

5

QoS-Aspekte bei Sprachübertragung (1)

- Verarbeitungsschritte
 1. Sprache aufnehmen und digitalisieren
 2. Daten komprimieren
 3. Daten in Pakete unterteilen
 4. Daten versenden (Vermittlung, Wegewahl, Forwarding!)
 5. Daten erreichen den Empfänger
 6. Datenpakete aneinanderfügen
 7. Dekomprimieren
 8. Daten in ein analoges Signal zurückwandeln
 9. Analoges Signal akustisch ausgeben

Schritte 1.- 3., 7. - 9. Sind Codec-relevant
Schritte 3. - 7. netzrelevant
Schritte 2. - 7. verzögerungsträchtig

Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

6

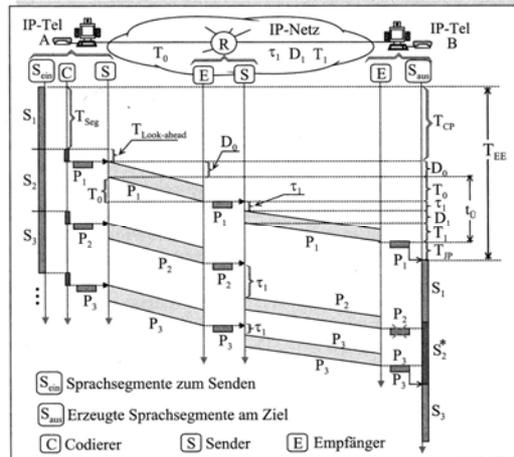
QoS-Aspekte bei Sprachübertragung (2)

- ❑ Sprachqualität hängt ab von einer Kombination der Faktoren:
 - Delay, Verlustrate, Burst-Verluste, Codec, Packet Loss Concealment
- ❑ Codec und Delay
 - Je höher Codec-Komplexität (Güte der Kompression), desto höher Delay
 - Je höher Delay, desto schlechter Qualität
- ❑ Verlustrate und Sprachqualität
 - Je stärker die Kompression (niedrige Datenrate), desto höher Verlustauswirkungen
 - Höhere Verlustraten bedingen höhere Delay-Jitter
- ❑ Jitterpuffer und Verlustraten, Auslastung
 - Größere Jitter bedingen größere Jitterpuffer, erhöht Delay
 - Je höher die Auslastung, desto höher Delay und Verlustrate
 - Je mehr Frames pro Sprachpaket, desto niedriger effektive Datenrate, aber erhöhtes Delay

QoS-Aspekte bei Sprachübertragung (3)

- ❑ Anforderungen von VoIP an IP-Netze
 - Bandbreite der virtuellen Verbindung zwischen IP-Telefonen
 - fi Queue-Management in den Komponenten: Klassifizierung, Scheduling (Priority, Weighted Round Robin, Class-based)
 - fi Traffic Shaping
 - End-End-Verzögerung (Delay T_{EE})
 - gemäß G.114: $\leq 150\text{ms}$ (akzeptabel für alle), ≥ 300 (nicht akzeptabel)
 - Beiträge sind: Kodierungs- u. Paketisierungszeit T_{CP} ,
 - Serialisierungsverzögerung $D = \text{Paketgröße} / \text{Ü-Rate}$, Übermittlungszeit T ,
 - Zwischenspeicherungszeit T_{JP}
 - Schwankungen in der Übermittlungszeit (Jitter)
 - Paketverlustrate (Packet Loss Rate)

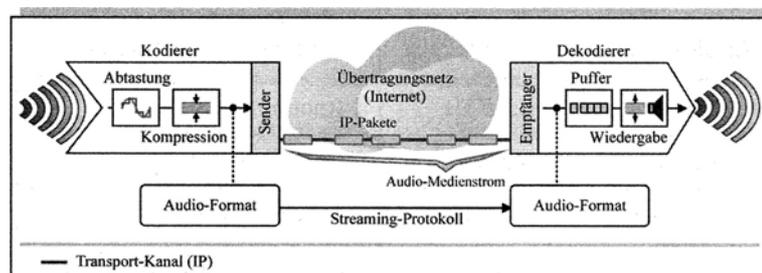
QoS-Aspekte bei Sprachübertragung (4)



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

Audio – Streaming – System (1)

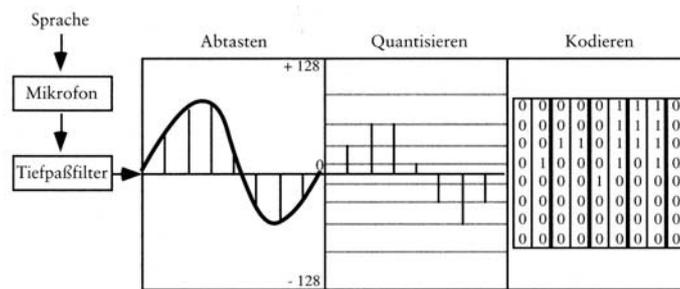
□ Gesamt-Überblick



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

Audio – Streaming – System (2)

Funktionsgruppen der Audio-Codierung (Vocoder)



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

11

Sprachdigitalisierung (1)

Für die Codierung der Sprache bei VoIP gibt es verschiedene Verfahren

Abtastwert-orientiert (Sample-based, Signalform-Codierung)

- Abtastrate 8000 Hz, Kodieren der einzelnen Abtastwerte (samples) erzeugen i.d.R. eine Bitrate $\geq 16\text{Kbit/s}$
- Beispiele PCM, ADPCM

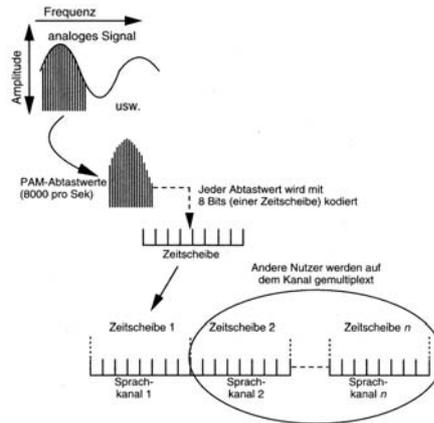
Segment-orientiert (frame-based)

- Sprachsignal aufgezeichnet in Zeitsegmenten von 10 - 30 ms (Sprachsegmente)
- Segment der Länge 10 ms entspricht 80 Abtastwerte, 20 ms ergibt 160 Werte
- Jedes Segment wird im Sender analysiert, um die Parameter einer Empfängerschaltung zur Sprachsynthese zu bestimmen. Diese Parameter werden übertragen.
- Beispiel: LPC, CELP mit Bitraten $< 16\text{ kbit/s}$

Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

12

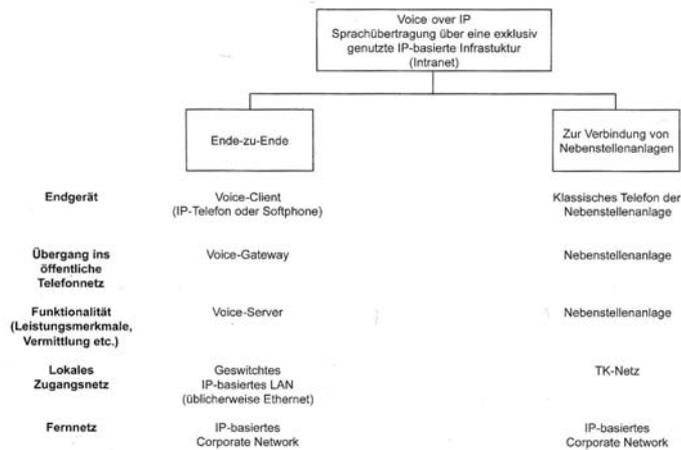
Sprachdigitalisierung (2)



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

Voice over IP (1)

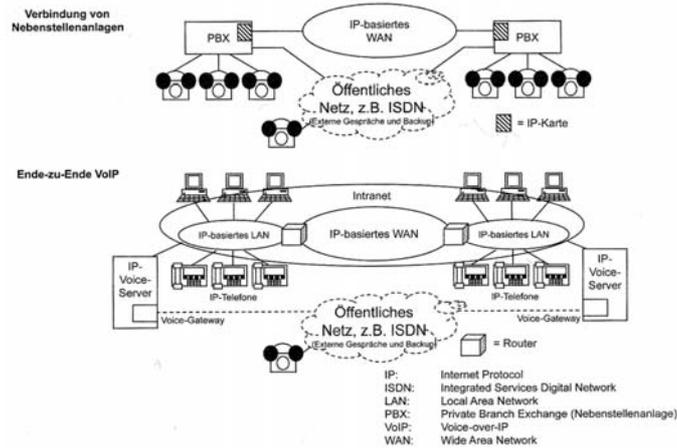
Überblick über verschiedene Arten von Voice over IP



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

Voice over IP (2)

Technische Infrastruktur für Voice over IP



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

15

Voice over IP (3)

□ Komponenten einer VoIP-Infrastruktur

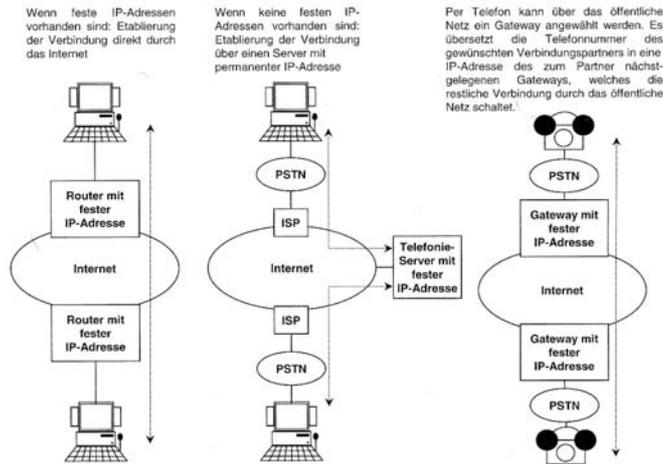
- Voice Client (IP-Phone): enthält Vocoder, erzeugt Sprachpakete
- Voice Server: i.a. PC-Programm, das eine Nebenstellenanlage simuliert, mit i.a. mehreren 100 parallelen Sessions
- IP-Telephone-Gateway: verbindet VoIP-Welt mit TK-Welt
 - Umsetzen Rufnummern/Adressen (ENUM-Konzept RFC 2916)
 - Sicherstellen von Leistungsmerkmalen / Signalisierung QSIG
 - Umrechnen Accounting
 - Umkodieren von Codec-Formaten
- IP-Netz: sollte QoS-fähig sein (Jitter, Delay, Bandbreite)

Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

16

Voice over IP (4)

Varianten der Ende-zu-Ende Internet-Telefonie



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

17

Voice over IP (5)

□ Probleme

- Adressverwaltung für angemeldete Clients, temporäre IP-Adressen
- Suchfunktionen über LDAP
- Nichterreichbarkeit, falls Client (z.B. PC) offline
- unzureichende Interoperabilität wegen heterogener Systeme
- Sicherheit (Access Control)
- Bandbreiten (→ gute Komprimierungsverfahren)
- Jitter (→ Ausgleich über Puffern beim Empfänger)
- Verschiedene Signalisierungsverfahren
- Handling der Software
- Ausfallsicherheit geringer
- Datenschutz geringer

Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

18

Protokolle für VoIP (1)

- ❑ Protokolle für die Sprachübermittlung
 - Sprachkommunikation verläuft in Echtzeit, daher RTP und RTCP
 - Neues Internet-Transportprotokoll SCTP (Stream Control Transmission Protocol, RFC2960)
- ❑ Signalisierungsprotokolle

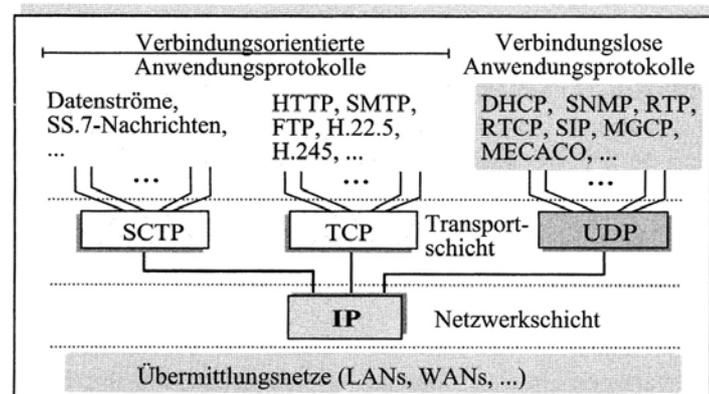
d.h. für Aufbau / Abbau von Verbindungen zwischen IP-Telefonen oder VoIP-Komponenten

 - Protokolle H.225 und H.245 aus der Standardfamilie H.323 „Packet-based multimedia communication systems“ (ITU-T)
 - Protokoll SIP (Session Initiation Protocol) der IETF
- ❑ Protokoll zur Steuerung von Media Gateways

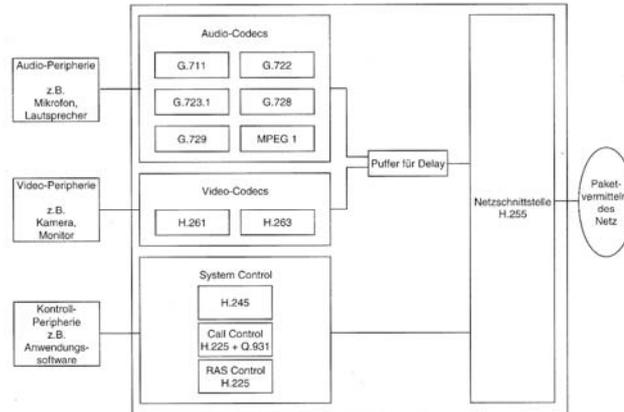
d.h. zum Übergang zwischen VoIP und ISDN bzw. POTS oder TK-Anlagen sowie Mobilfunknetzen

 - MGCP (Media Gateway Control Protocol), RFC2705 / 3535)
 - Megaco (Media Gateway Control, RFC3015)

Protokolle für VoIP (2)



H.323 – Architektur (1)

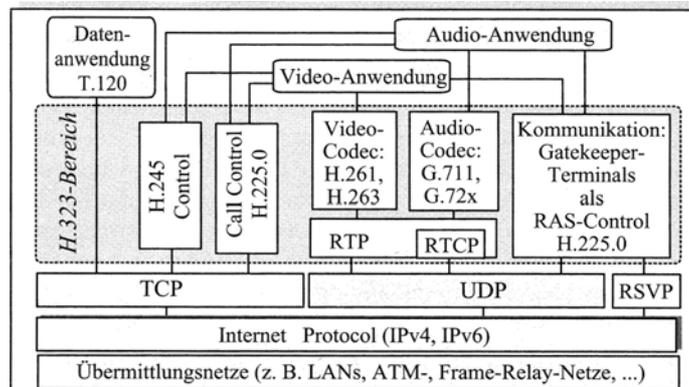


Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

21

H.323 – Architektur (2)

□ Einordnung H.323 im Protokoll-Stack

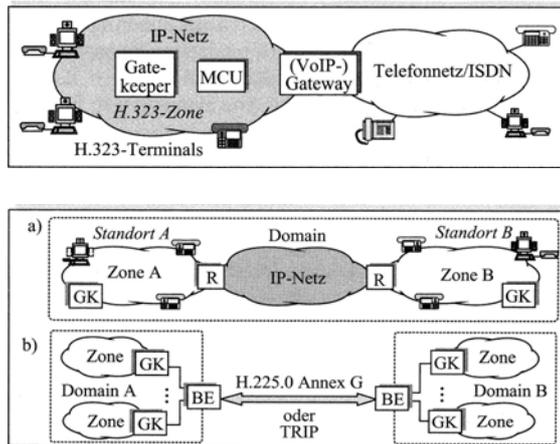


Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

22

H.323 – Architektur (3)

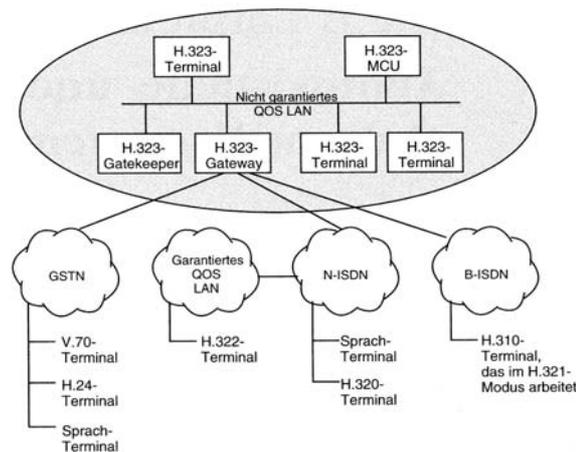
□ H.323-Zonen und Domains



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

H.323 – Architektur (4)

□ Komponenten einer H.323-Zone



Prof. Dr. H.-G. Hegering, Institut für Informatik, LMU

H.323 – Architektur (5)

- ❑ H.323: ITU-T Empfehlung für die Übertragung von A/V-Strömen zwischen PCs über paketbasierte Netze wie Intranets/LAN oder Internet. Standard für IP-basiertes Videoconferencing
- ❑ H.323 beschreibt verschiedene Komponenten, die in dem Szenario Bedeutung haben
 - H.323-Zone: entspricht in etwa einem IP-Subnetz
 - H.323-Terminal
 - H.323-Gateways
 - H.323-Gatekeeper
 - H.323-Multipoint Control Unit (MCU)
 - H.323-Protokollstapel

H.323 – Komponenten (1)

- ❑ H.323-Terminal
 - sind Endpunkte einer bidirektionalen Echtzeitkommunikation. Tauschen als Informationen aus: Audio/Videodaten, Datenpakete, Steuersignale
 - Für jede Datenkategorie gibt es eigene Codecs (Coder, Decoder), ebenfalls genormt. Verwendeter Codec hängt von Ressourcen und gewünschter Qualität ab und wird beim Verb.-Aufbau festgelegt
 - Verschiedene Betriebsmodi unterstützt, ferner P2P und Multicast
 - Systemkontrollereinheit ist zuständig für Signalisierung (Aufbau, Capabilities-Auswahl, Steuerung und Betrieb)
 - Anrufsteuerung basiert auf H.225, d.h. für die Signalisierung gemäß Q.931 oder H.245 wird erst zuverlässige TCP-Connection aufgebaut (Port 1720). A/V-Ströme gehen aber über RTP/UDP
 - Minimal muss G.711 unterstützt werden (reicht für VoIP), besser G.722, G.728, G.729 oder G.723.1. Für Videokonferenzen Codec H.261 (für QCIF Format 176x144) oder H.263 (352x288). Anschluss an Netmeeting oder Application Sharing definiert in T.120

H.323 – Komponenten (2)

□ H.323-Gateway

- In den Gateways erfolgt Übergang von einem Übertragungsnetz in ein anderes, z.B. Übergang von Internet in POTS, ISDN, ATM.
- Aufgaben des Gateways umfassen
 - Verbindungsaufbau für ein H.323-Terminal zu einem Endteilnehmer in einem geschalteten Netz (call control signaling)
 - Umsetzung verschiedener Codec-Formate und Übertragungsformate (z.B. H.320 bei ISDN oder H.324 bei PSTN)
 - Übertragung der Ströme in Fremdnetze
- Gateways werden angesprochen über H.245 oder Q.931 Protokolle
- Gateways besitzen Schnittstellen zu (mindestens) zwei Netzen

H.323 – Komponenten (3)

□ H.323-Gatekeeper

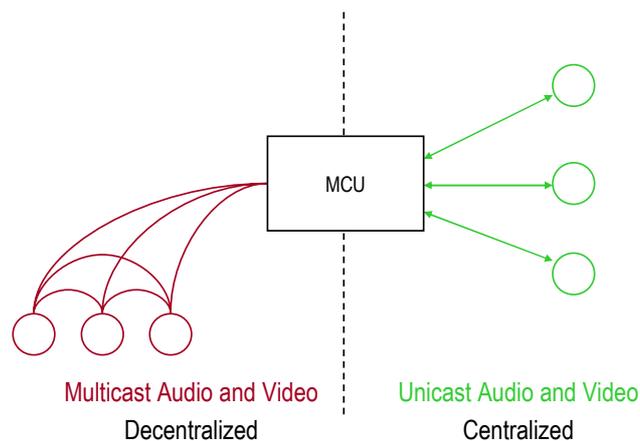
- Gatekeeper sind für die Verwaltung einer H.323-Zone zuständig
- überprüft beim Verbindungsaufbau die Zugangsberechtigungen der Benutzer (Access Control, Authentication über RAS-PDUs) und führt Adress-Umsetzungen durch. (z.B. Rufnummern gemäß E.164 oder Email-Adressen in IP-Adressen)
- verwaltet die für die Kommunikation verfügbare Bandbreite beim Verbindungsaufbau, ist für QoS zuständig
- optional noch: Bandbreitenmanagement, Autorisierung, Call Management z.B. in Abhängigkeit von administrativen Policies

H.323 – Komponenten (4)

□ H.323-Multipoint Control Unit (MCU)

- MCU wird benötigt bei mehr als 2 Teilnehmern (Konferenz)
- MCU besteht aus einem Multipoint Controller (MC) und mehreren Multipoint Processors (MP) als Endpunkt der Media Channels.
- MC führt mittels H.245-Protokoll (als Makler) über den Control Channel Verhandlungen zwischen den Terminals, um die verschiedenen A/V-Fähigkeiten (capability set) der Terminals zu ermitteln
- MP ist für die Behandlung der A/V-Ströme im Media Channel (z.B. Mixen) zuständig sowie für das Switching (Auswahl 1 aus n Media Channels)
- MCU verwaltet Konferenzressourcen z.B. Access Control, Portanzahl, Konferenz-Kennungen
- Master Slave Determination (z.B. über höchstwertige MC-Id)

H.323 – Konferenztypen (1)



H.323 – Konferenztypen (2)

- Zentrale Konferenzen
alle Beteiligten arbeiten im P2P-Modus mit der MCU (ausgestattet mit MC und MP). MC kümmert sich um H.245 Control Channels. MP übernimmt die A/V-Ströme auf Media Channels
- Dezentrale Konferenzen
benötigen in der MCU lediglich eine MC für Control Channels. A/V-Ströme werden vom Sender ohne Beteiligung der MCU per Multicast an die Terminals verteilt
- gemischte Formen