



4 Kommunikation von Multimediadaten

4.1 Dienstgüte

Ausgangssituation in Netzwerken



- herkömmliche Algorithmen und Protokolle zerstören isochronen Fluss der Paketströme
 - Sie erzeugen erhebliche Varianz in der Verzögerung (delay jitter)
- gültig für u.a.
 - Netzzugangsprotokolle in LANs (z.B. CSMA/CD, TokenRing)
 - Fehlersicherung durch Übertragungswiederholung
 - Flusskontrolle mit Schiebefenster (sliding window)
- „best effort“-Netze
- selten echte Unterstützung für Multicast

Dienstgüte - Quality of Service



- Kontinuierliche Medien erfordern Dienstgütegarantien im Netz
- Idee: Dienstgüte-Vertrag
 - die Quelle spezifiziert den generierten Verkehr und verspricht, sich daran zu halten
 - das Netz verspricht die Übertragung mit garantierten Dienstgütemerkmalen



Folie 317

QoS-Parameter



- Verkehrsbeschreibung der Quelle
 - Verkehrsart
 - CBR, constant bit rate
 - VBR, variable bit rate
 - UBR, unspecified bit rate
 - ...
 - Stoßweises Verkehrsaufkommen (bursty)
 - mittlere Bitrate
 - maximale Bitrate
 - Gestalt der Spitzenlast



Folie 318

QoS-Parameter



- Dienstgütemerkmale an der Netzschnittstelle
 - Verzögerung (delay)
 - Varianz der Verzögerung (delay jitter)
 - maximale Verlustrate (loss rate)



Folie 319

QoS-Definition: Parameter-Klassen



- Throughput (Durchsatz)
 - Maximale Langzeitrage = maximale Anzahl von übertragenen Dateneinheiten pro Zeitintervall
 - z.B. Pakete/Sekunde bzw. Bytes/Sekunde
 - Maximale Burst-Größe
 - Maximale Paketgröße



Folie 320

QoS-Definition: Parameter-Klassen



- Loss (Verlust)
 - Sensitivity classes
 - ignore
 - indicate
 - correct losses
 - Verlustrate = maximale Anzahl von Verlusten pro Zeitintervall
 - Verlustgröße = maximale Anzahl von konsekutiv verlorenen Paketen



Folie 321

QoS-Definition: Parameter-Klassen

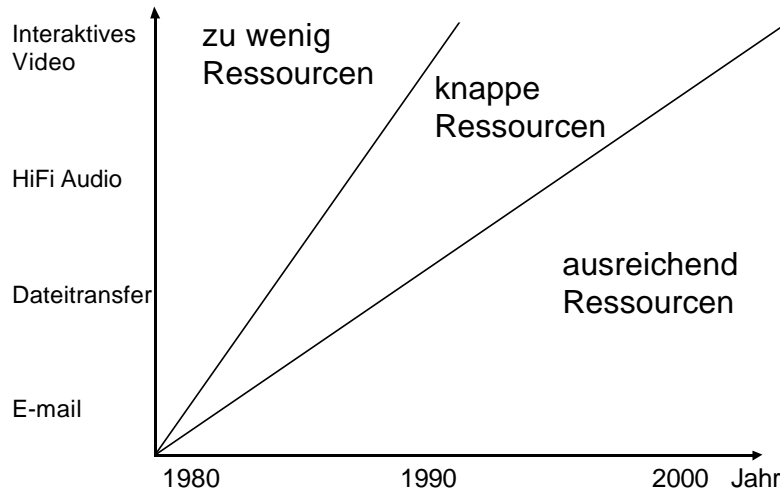


- Delay (Verzögerung)
 - maximal zulässige Verzögerung zwischen Sender und Empfänger
 - maximal zulässige Verzögerungsschwankung (delay jitter) zwischen Sender und Empfänger
- QoS ist von den verfügbaren Ressourcen abhängig



Folie 322

Zeitliche Entwicklung



Folie 323

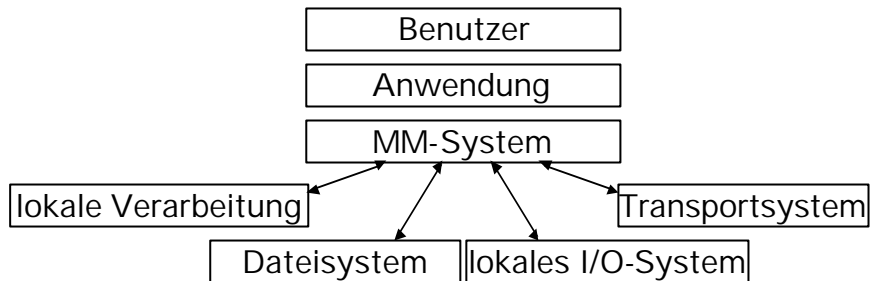
Netz-Ressourcen und QoS-Parameter



- Ressourcen im Netz beeinflussen QoS-Parameter
 - großer Puffer beim Empfänger (playout buffer) erlaubt die Kompensation einer höheren Varianz in der Verzögerung
 - aber auf Kosten einer größeren absoluten Verzögerung
 - bei zunehmender Pufferauslastung in einem Router steigt die mittlere Wartezeit der Pakete
 - neue Verbindungen sollten nur noch akzeptiert werden, wenn für alle existierenden Verbindungen die Verzögerungsgrenzen eingehalten werden können (Connection Acceptance Control)
 - CPU-Leistung eines Routers entscheidet über die Maximalzahl und maximale Datenrate der gleichzeitigen Verbindungen

Folie 324

QoS-Ebenen



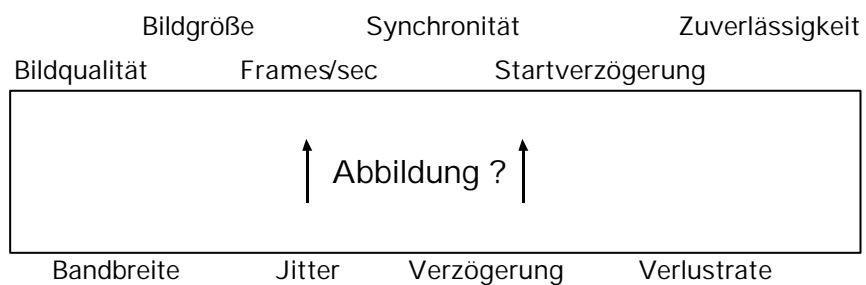
Beispiele

- Benutzerebene: Spiele ein Video
- Transportschicht: Bitrate, CBR oder VBR, maximale Verzögerung
- Netzwerkschicht: maximale Paketgröße, Paketrage, maximale Verzögerung, maximale Varianz der Verzögerung



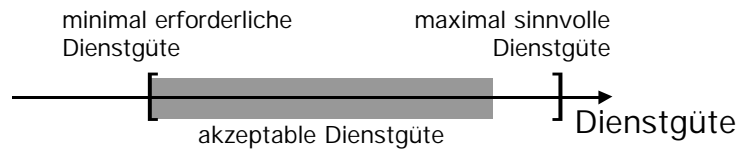
Folie 325

QoS-Abbildung



Folie 326

minimale und maximale Dienstgüte



- Verhandlung der Applikations-Anforderungen
 - Intervall zwischen erwünschten und mindestens erforderlichen QoS-Werten
 - System sollte QoS-Garantie innerhalb des Intervalls zurückgeben
 - QoS-Vertrag
 - Höhere Dienstgüte sollte mehr kosten

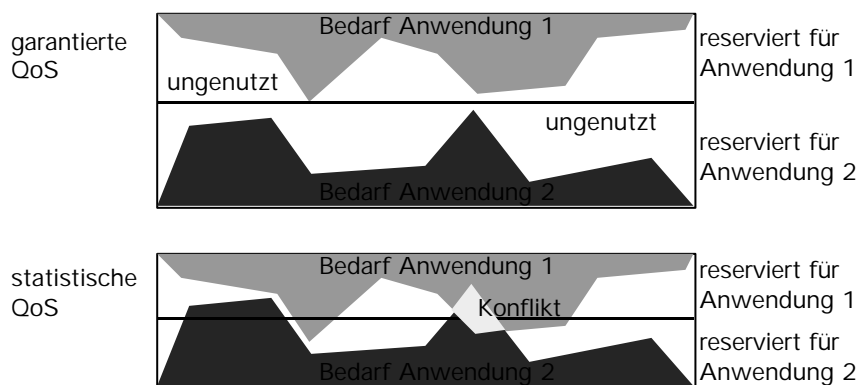


Folie 327

Ressourcenreservierung



- Problem
 - viele Anwendungen erzeugen variable Datenraten
 - z.B. MPEG-Video, Audio mit Schweigeunterdrückung



Folie 328

Deterministisch garantierte Dienstgüte



- 100%ige Garantie der QoS Werte
 - hard bounds
- QoS-Kalkulation basiert auf
 - harten Obergrenzen für den von der Quelle erzeugten Verkehr
 - Worst-Case-Annahmen bezüglich des Systemverhaltens



Folie 329

Deterministisch garantierte Dienstgüte



- Vorteile
 - QoS-Garantien auch im Worst Case erfüllt
 - hohe Zuverlässigkeit
- Nachteile
 - Überreservierung von Ressourcen
 - keine Ausnutzung des statistischen Multiplexing-Gewinns im Netz
 - unnötige Ablehnung von Reservierungsanfragen
 - harte Obergrenzen oft nicht zwingend für die Anwendung



Folie 330

Probabilistisch garantierte Dienstgüte



- QoS-Werte sind „soft bounds“
- QoS-Kalkulation basiert auf
 - Durchschnittswerten bzw. stochastischen Beschreibungen der Verkehrslast
 - probabilistischen Obergrenzen für das Systemverhalten



Folie 331

Probabilistisch garantierte Dienstgüte



- Vorteile
 - Ressourcen können statistisches Multiplexing ausnutzen
 - mehr Reservierungsanfragen können gleichzeitig berücksichtigt werden
- Nachteile
 - QoS kann zeitweise nicht voll erfüllt sein
 - sehr schwer implementierbar



Folie 332

QoS Definitionen



- Es gibt keine allgemein anerkannte oder standardisierte QoS-Definition
 - kein fester Satz von QoS Parametern
- Beispiele für QoS-Beschreibungen
 - IP Version 6 (IPv6)
 - Flow Label (24 bit) kennzeichnet Pakete eines Stroms
 - Priority Field (4 bit) zur Klassifizierung nach Wichtigkeit
 - ATM
 - Dienstkategorien auf der Basis von QoS-Parametern
 - CBR, UBR, rt-VBR, nrt-VBR, ABR



Folie 333

QoS und Reservierung



- ohne Reservierung keine Dienstgütegarantie
- Voraussetzungen und Notwendigkeiten
 - lokale Ressourcen-Verwaltung in den Knoten
 - Reservierungsprotokolle
 - Überwachung der Quellen
 - „source policing“
 - halten sie sich an die Vereinbarung?



Folie 334

Berechnung von Dienstgütemerkmalen

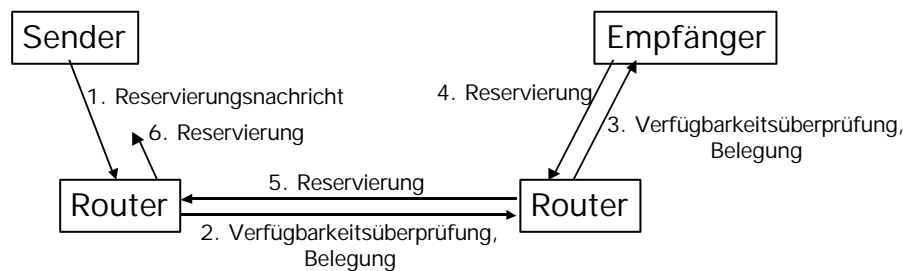


- Wann wird QoS berechnet?
 - Neuer Strom benötigt QoS-Garantien für eine spezielle Ressource
 - Bestehender Strom möchte seine QoS-Garantien modifizieren
- Allgemeine Kalkulationsprozedur
 - Falls die neue Anfrage die QoS-Garantien von bestehenden Strömen zerstören würde: ablehnen
 - Sonst, die benötigten Ressourcen berechnen und reservieren, entlang des gesamten Pfades, unter Einbeziehung von anderen bereits vergebenen QoS-Garantien



Folie 335

Senderorientierte Reservierung



- Beispiel: ST-II (stream protocol II)

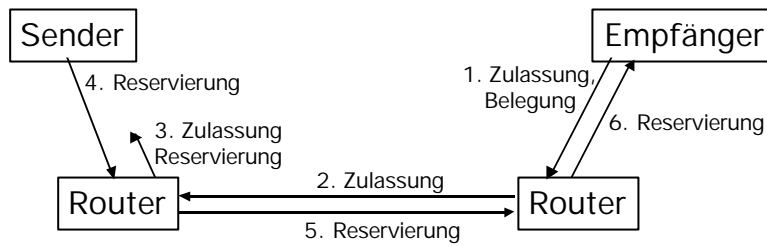


Folie 336

Empfängerorientierte Reservierung



- Voraussetzung
 - Sender schickt Information zur Datenquelle



- Beispiel:
RSVP (resource reservation protocol)



Folie 337



4 Kommunikation von Multimediadaten

4.2 Multicasting

Multimedia und Multicast



- Multimedia-Anwendungen besitzen oft 1:n -Kommunikationsbeziehungen
- Beispiele
 - Videokonferenz
 - Tele-Kooperation (CSCW)
 - near-Video-on-Demand
 - Broadcast-Medien
- Digitale Video- und Audioströme haben hohe Datenraten ($\geq 1,5$ MBit/s)
- Realisierung durch n Einzelverbindungen überlastet die meisten Netze

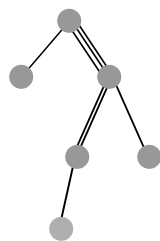


Folie 339

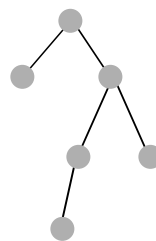
Multicasteigenschaften



- Multicast im Netz
 - verringert die Last bei den Sendern
 - verringert die Last auf den Teilstrecken



Einzelverbindungen



Multicast-Verbindung



Folie 340

Anforderungen an Multicast für MM



- Unterstützung von isochronen Datenströmen mit garantierter Dienstgüte für eine vereinbarte Verkehrslast (Vertragsmodell, „flowspec“)
 - Maximale Ende-zu-Ende-Verzögerung (delay)
 - Maximale Varianz in der Verzögerung (delay jitter)
 - Zuverlässigkeit



Folie 341

Anforderungen an Multicast für MM



- erfordert Reservierung von Ressourcen in allen Links und Knoten im Netz
 - Bandbreite
 - CPU-Leistung
 - Pufferplatz
 - Schedulability
- erfordert Konzepte und Protokolle für eine Gruppenadressierung
- erfordert Algorithmen für dynamisches Hinzufügen und Löschen von Teilnehmern



Folie 342

Multicast in LANs



- Ethernet, Token Ring, FDDI
 - Topologie hat Broadcast-Eigenschaft
 - Schicht-2-Adressen erlauben Gruppenadressen
 - IP unterstützt Gruppenadressen
 - Ab Schicht 3 wurden in der Internet-Protokollsuite bisher nur Peer-to-Peer - Adressen unterstützt
 - aber im weltweiten Internet muss Multicast auch WAN-Strecken überbrücken



Folie 343

Multicast in der Netzwerkschicht

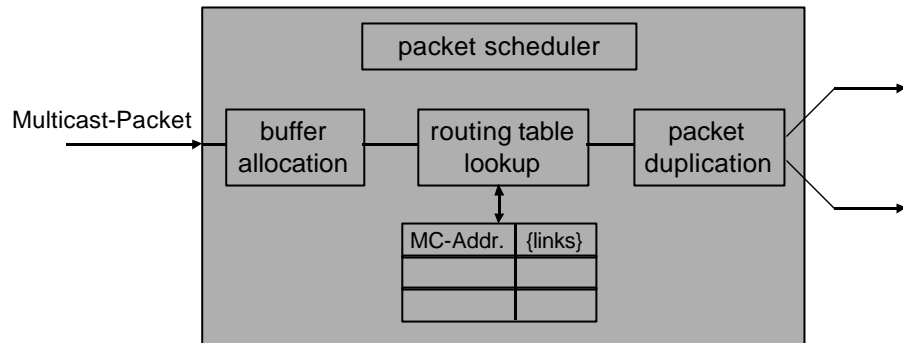


- Prinzip
 - Duplizierung von Paketen so tief unten im Multicast-Baum wie möglich
- erfordert Multicast-Adressierungsschema in Schicht 3 und mehr Intelligenz in den Routern
- verbindungslos oder verbindungsorientiert?



Folie 344

Multicast Router



Folie 345



4 Kommunikation von Multimediadaten

4.3 Medienskalisierung und Medienfilter

Medienskalierung



- Skalierung = Anpassung des Datenvolumens einer verteilten Anwendung an die freien Kapazitäten der Ressourcen
- Anforderungen
 - schnelle und exakte Anpassung an freie Kapazität
 - robust gegen Paketverlust
 - universell einsetzbar (LAN, WAN, Kodierer, Multicast)



Folie 347

Adaptivität bei Ressourcenmangel



- Nicht-Verfügbarkeit von Ressourcen kann auftreten
 - Ressourcen, die nicht über QoS-Reservierungsmechanismen verfügen
 - variable Bitraten
 - falsche Ressourcen-Bedarfsspezifikation der Anwendung



Folie 348

Adaptivität bei Ressourcenmangel



- Ziele
 - dynamische Angleichung der Ressourcennutzung, um Überlastung der Ressourcen zu vermeiden
 - verringerte Dienstgüte soll durch den Nutzer möglichst wenig wahrgenommen werden
 - z.B. Verminderung der Bildqualität statt der Bildwiederholrate



Folie 349

transparente - nichttransp. Skalierung



- Transparent
 - Skalierung nur innerhalb der Transportschicht
 - unsichtbar für das Anwendungsprogramm
- Nicht transparent
 - Dienstprimitive werden zur Verfügung gestellt
 - das Anwendungsprogramm reagiert darauf und agiert damit



Folie 350

Skalierungsformen für Bewegtbilder



- zeitliche Skalierung
 - Anzahl der übertragenen Bilder pro Sekunde verringern
- räumliche Skalierung
 - Reduzieren der Bildgröße
- Frequenzskalierung
 - Weglassen von Frequenzen (z.B. DCT)
- Amplitudenskalierung
 - Reduzieren der Farbtiefe der Pixel oder der Anzahl Bits für die Graustufen

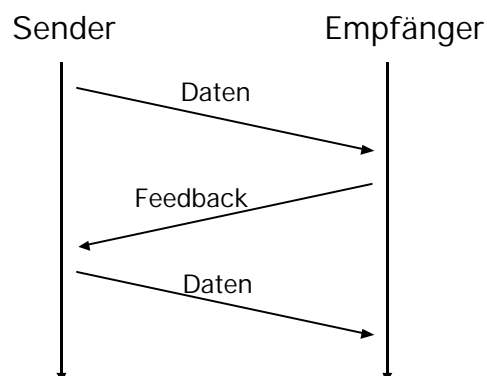


Folie 351

Prinzipieller Ablauf der Skalierung



- Monitoring
- Feedback
- Adaption



Folie 352

Skalierung vs. Reservierung



- Reservierung
 - in immer mehr Netzwerken verfügbar
 - sollte auch in höheren Schichten angewendet werden
- Skalierung
 - komplementäre Technik
 - für existierende Netzwerke geeignet (auch für IP V4)
 - benötigt geeignete Kodierung des Datenstroms
 - z.B. hierarchische Video-Kodierung



Folie 353

Skalierung vs. Reservierung



- Reservierung und Skalierung können sich ergänzen
 - Beispiel
 - ein Bitstrom mit Reservierung überschreitet kurzfristig die Obergrenze der vereinbarten Bitrate
 - der Strom wird beim Sender herunterskaliert



Folie 354

Layered Encoding



- 1 Transportstrom = n Netzwerkströme
- Basis-Netzwerkstrom (layer 0)
 - Grobbild
 - Übertragung über reservierte und garantierte Bandbreite oder mit hoher Priorität der Pakete
- Zusätzliche Netzwerkströme (higher layers)
 - mehr Daten für bessere Bildqualität
 - Übertragung über eine "best-effort"-Verbindung oder mit niedrigerer Priorität der Pakete

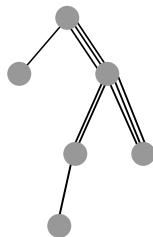


Folie 355

Medienfilter



- Unterschiedliche Empfänger erfordern unterschiedliche Qualitäten der Medienströme
 - neue Kompressionsverfahren (z.B. MPEG-2) bieten eine hierarchische Kodierung (layers)
 - Datenstrom kann in Unterströme geteilt werden
 - nur der Teil der Information, der vom Empfänger gewünscht wird, wird dorthin übertragen
 - Irrelevante Teile werden von Filtern im Netz entfernt



- Layer 0, Basisqualität
- Layer 1, Delta für mittlere Qualität
- Layer 2, Delta für hohe Qualität



Folie 356

Adaptive Anwendungen



- Idee
 - Nicht das Netz passt sich an den Bedarf der Anwendung an, sondern die Anwendung an die aktuelle Belastungssituation des Netzes
 - verbessert vor allem den Betrieb von Multimedia-Anwendungen in Netzen ohne QoS-Unterstützung



Folie 357

Adaptive Anwendungen



- Beispiel
 - Während ein Video aus einer Video-on-Demand-Datenbank abläuft, steigt die Netzbelastung
 - das Netz meldet Verstopfungsgefahr an alle Quellen
 - die Video-Quelle verändert die Quantisierungstabelle des MPEG-Encoders und generiert eine niedrigere Bitrate bei niedrigerer Bildqualität
- bei klassischen Kontrollalgorithmen hingegen
 - Netzverstopfung reduziert die Paketrage
 - die Bildwiederholrate beim Empfänger sinkt



Folie 358