



4 Kommunikation von Multimediadaten

4.1 Dienstgüte

Ausgangssituation in Netzwerken



- herkömmliche Netz-Algorithmen und Protokolle zerstören isochronen Fluss der Paketströme
 - Sie erzeugen erhebliche Varianz in der Verzögerung (delay jitter)
- Dies gilt u.a. für
 - 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



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



QoS-Parameter



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



QoS-Definition: Parameter-Klassen



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



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



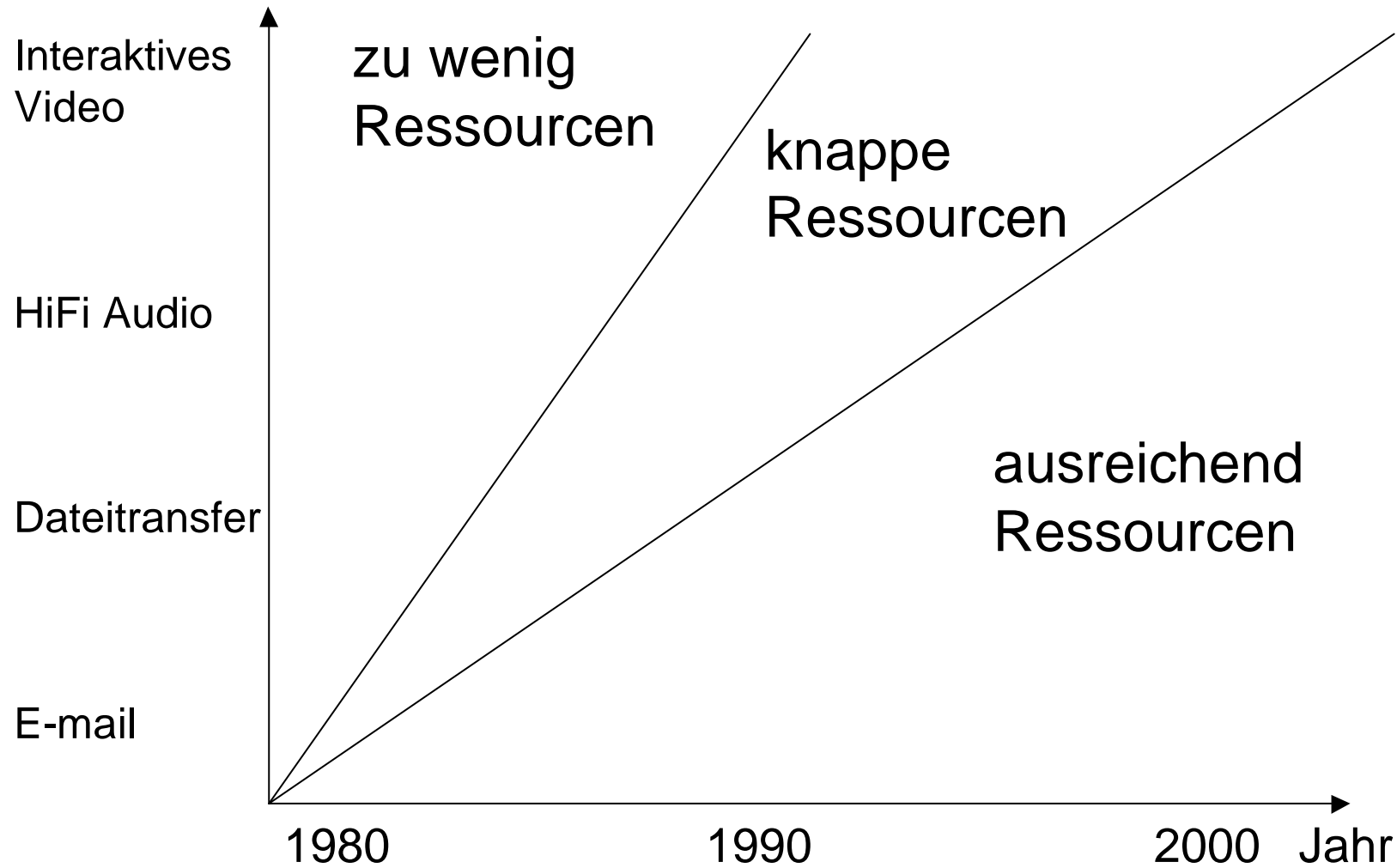
QoS-Definition: Parameter-Klassen



- 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



Zeitliche Entwicklung



Netz-Ressourcen und QoS-Parameter



- Ressourcen im Netz beeinflussen QoS-Parameter
- Ein großer Puffer beim Empfänger (playout buffer) erlaubt die Kompensation einer höheren Varianz in der Verzögerung
 - aber auf Kosten einer größeren absoluten Verzögerung



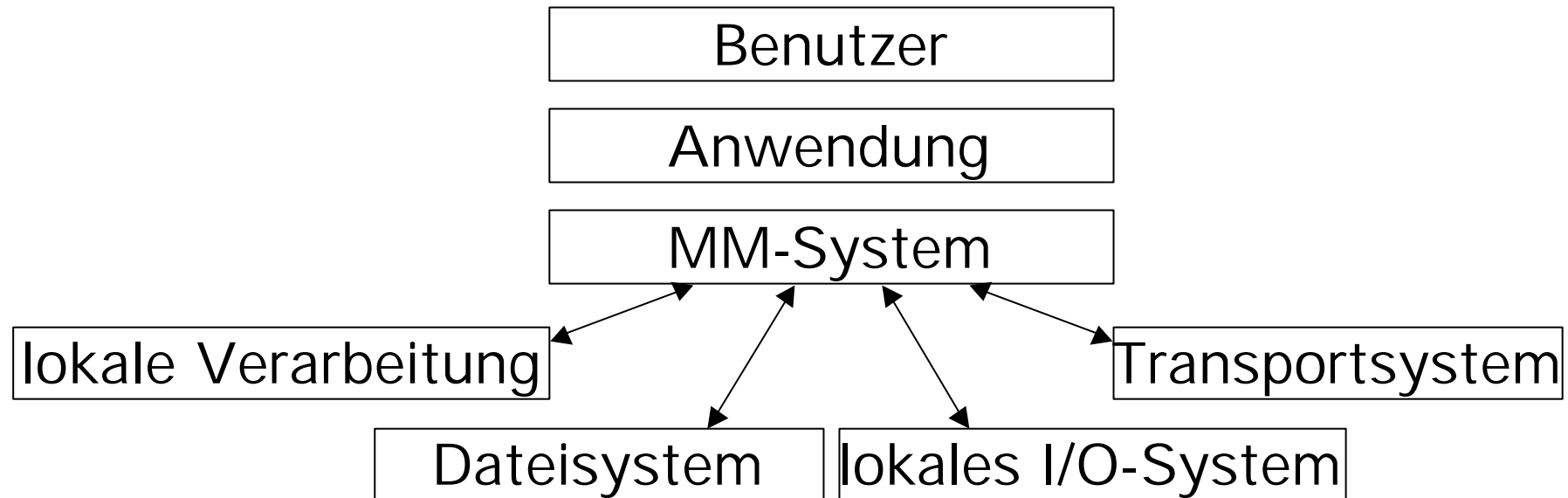
Netz-Ressourcen und QoS-Parameter



- bei zunehmender Pufferauslastung in einem Router steigt die mittlere Wartezeit der Pakete
 - neue Verbindungen nur dann akzeptieren, wenn für alle existierenden Verbindungen Verzögerungsgrenzen eingehalten werden können (Connection Acceptance Control)
- CPU-Leistung eines Routers entscheidet über die Maximalzahl und maximale Datenrate der gleichzeitigen Verbindungen



QoS-Ebenen

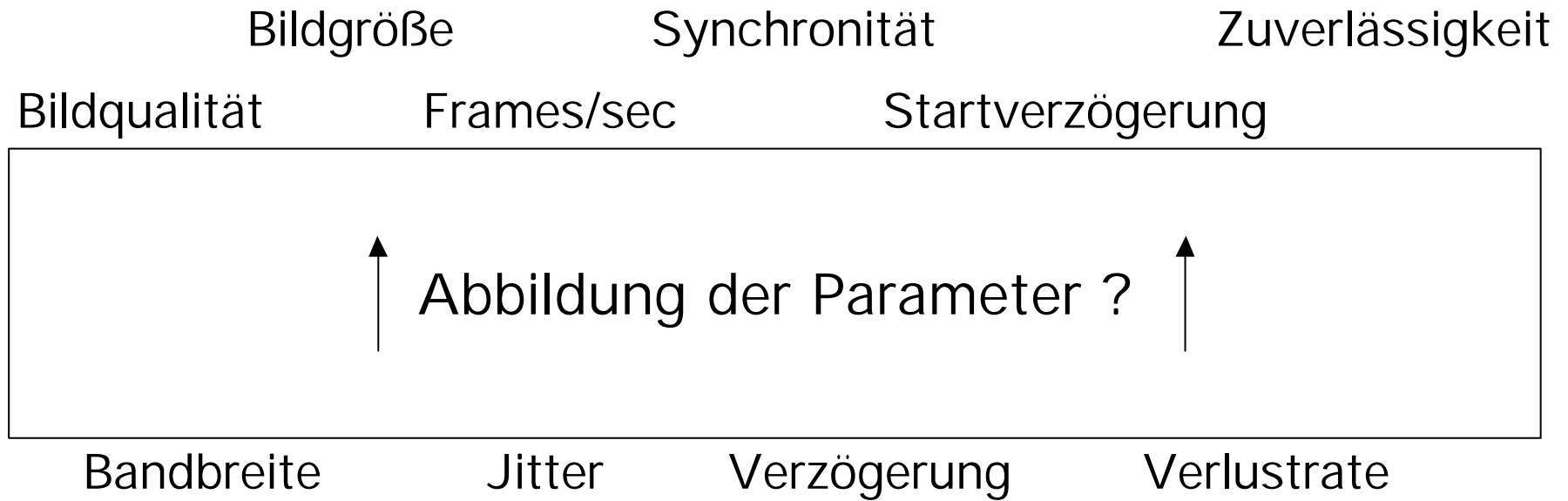


■ Beispiele

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



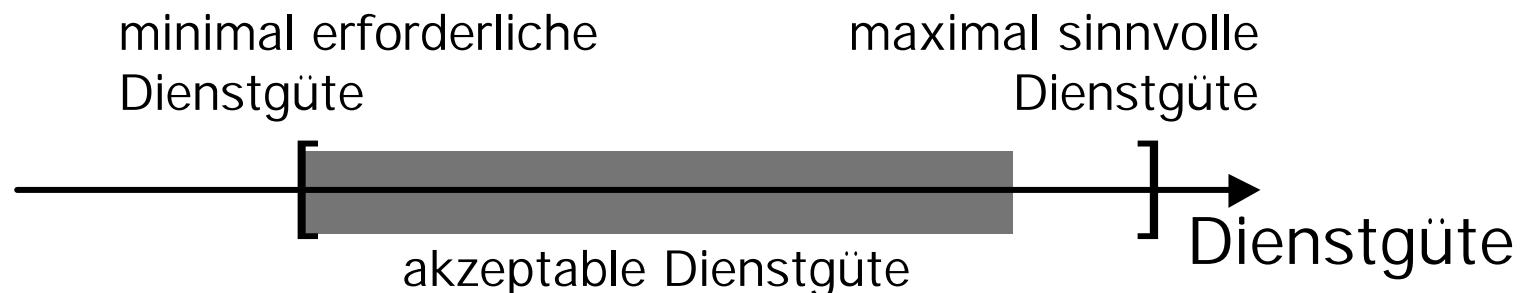
QoS-Abbildung



minimale und maximale Dienstgüte



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

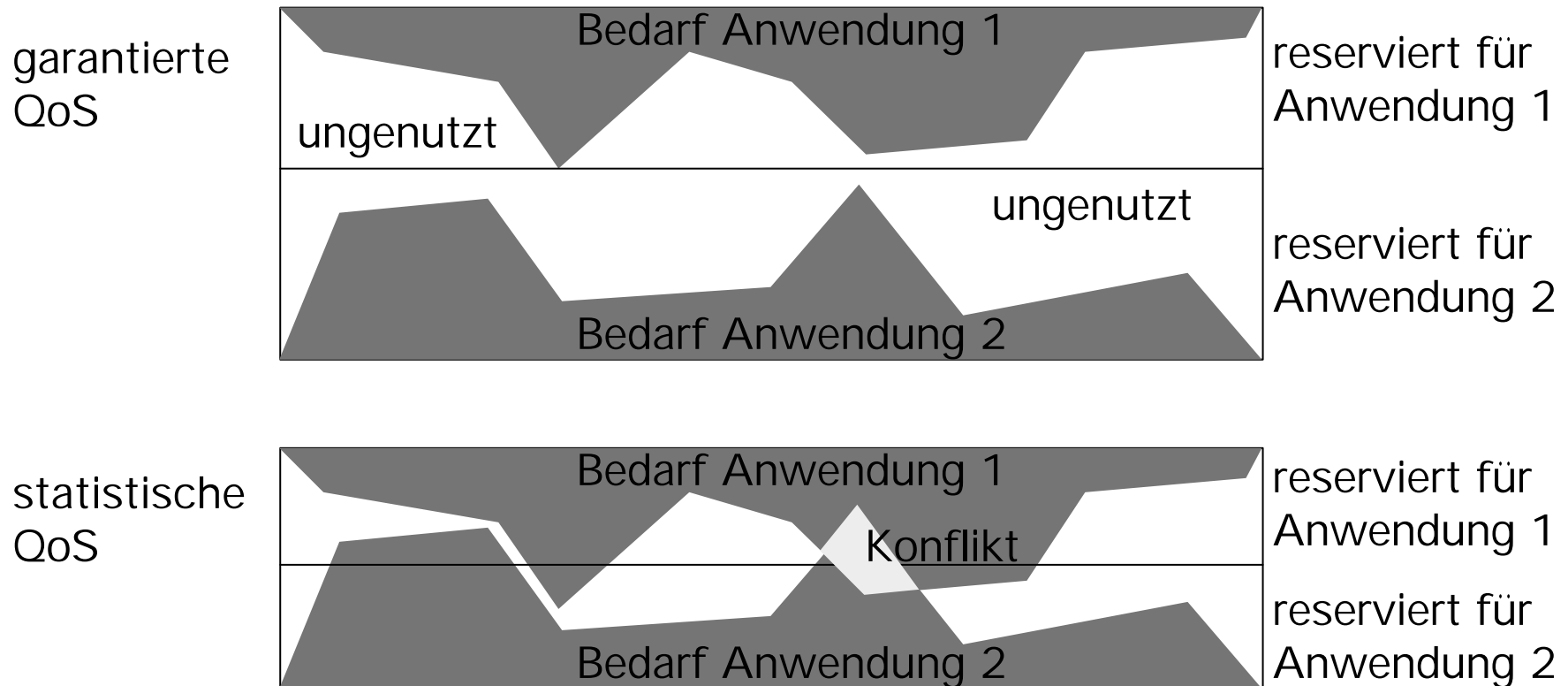


Ressourcenreservierung



- Problem

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



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



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



Probabilistisch garantierte Dienstgüte



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



Probabilistisch garantierte Dienstgüte



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



QoS Definitionen



- Es gibt keine allgemein anerkannte oder standardisierte QoS-Definition
 - D.h. 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



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?



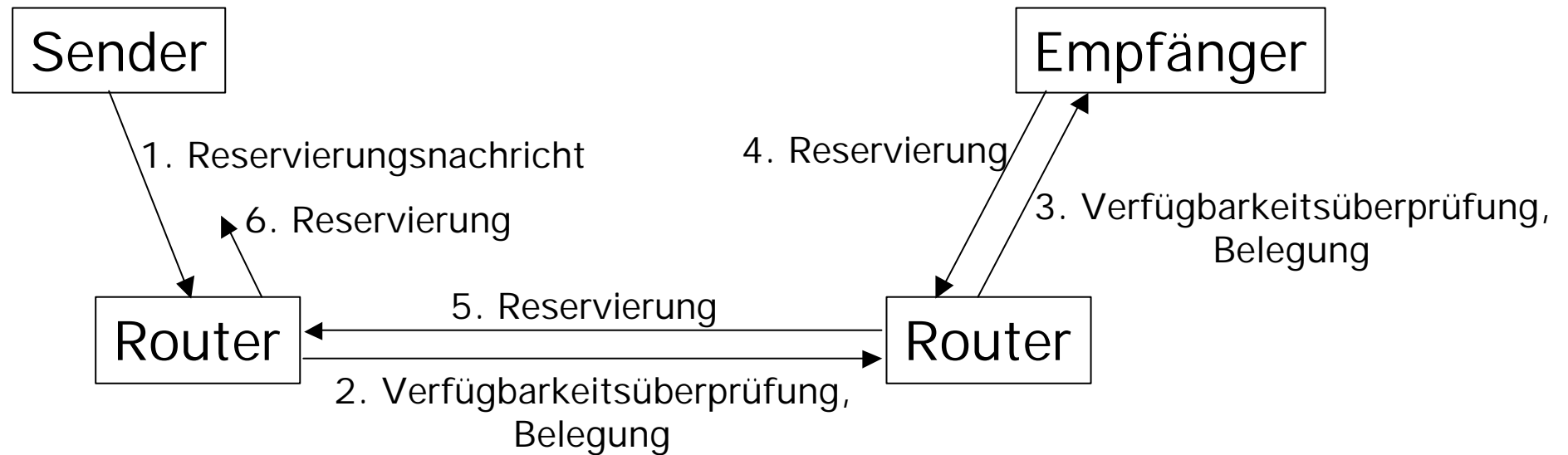
Berechnung von Dienstgütemerkmalen



- Wann wird QoS berechnet?
 - Neuer Strom benötigt QoS-Garantien für eine spezielle Ressource
 - Bestehender Strom möchte seine QoS-Garantien modifizieren
- Allgemeine Kalkulationsprozedur
 - Würde die neue Anfrage die QoS-Garantien von bestehenden Strömen zerstören, dann ablehnen
 - Sonst,
benötigte Ressourcen entlang des gesamten Pfades berechnen und reservieren
 - Dabei sind andere bereits vergebene QoS-Garantien zu berücksichtigen



Senderorientierte Reservierung



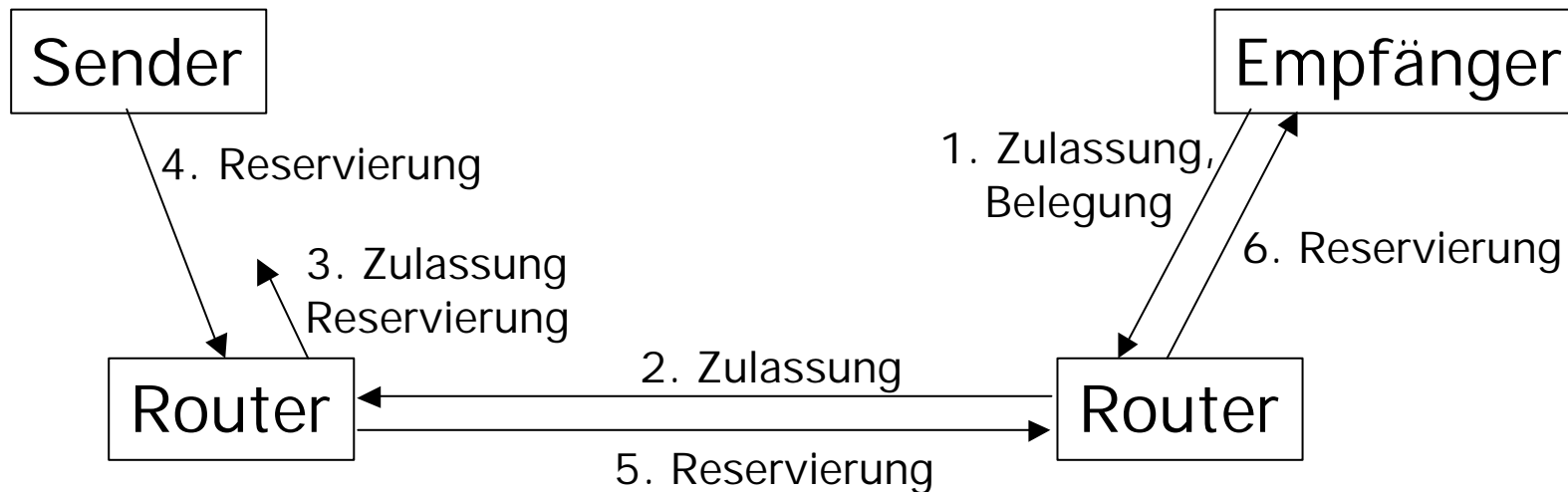
- Fallbeispiel: ST-II (stream protocol II)



Empfängerorientierte Reservierung



- Voraussetzung
 - Sender schickt Information zur Datenquelle



- Fallbeispiel:
RSVP (resource reservation protocol)





4 Kommunikation von Multimediadaten

4.2 Multicasting

Multimedia und Multicast



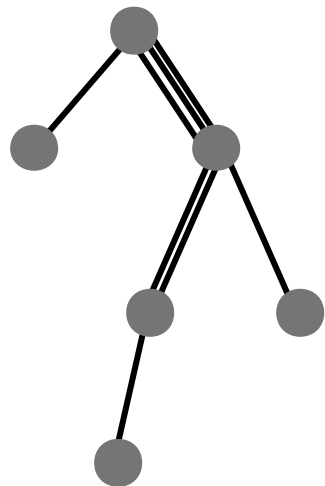
- Multimedia-Anwendungen besitzen oft 1:n Kommunikationsbeziehungen
- Beispiele
 - Videokonferenz
 - Tele-Kooperation (CSCW)
 - Video-on-Demand
 - Broadcast-Medien
- Digitale Video- und Audioströme haben hohe Datenraten ($\geq 1,5$ MBit/s)
- Realisierung durch n Einzelverbindungen überlastet die meisten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



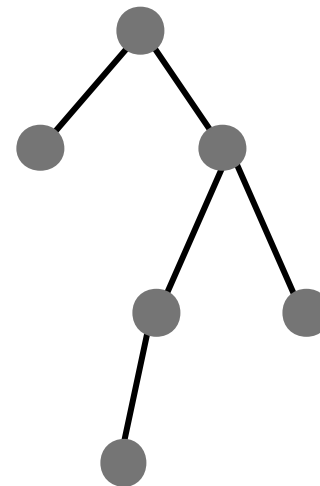
Multicasteigenschaften



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



Einzelverbindungen



Multicast-Verbindung



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



Anforderungen an Multicast für MM



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



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



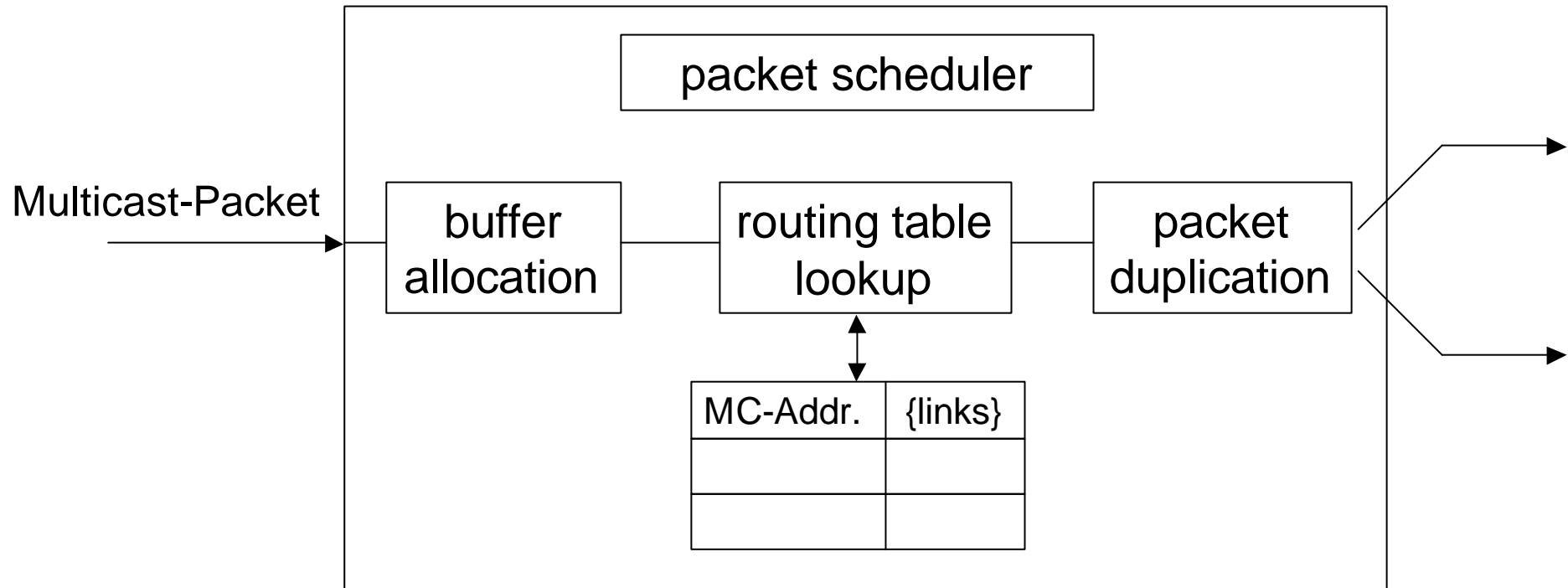
Multicast in der Netzwerkschicht



- 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?



Multicast Router





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)



Adaptivität bei Ressourcenmangel



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



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



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



Skalierungsformen für Bewegtbilder



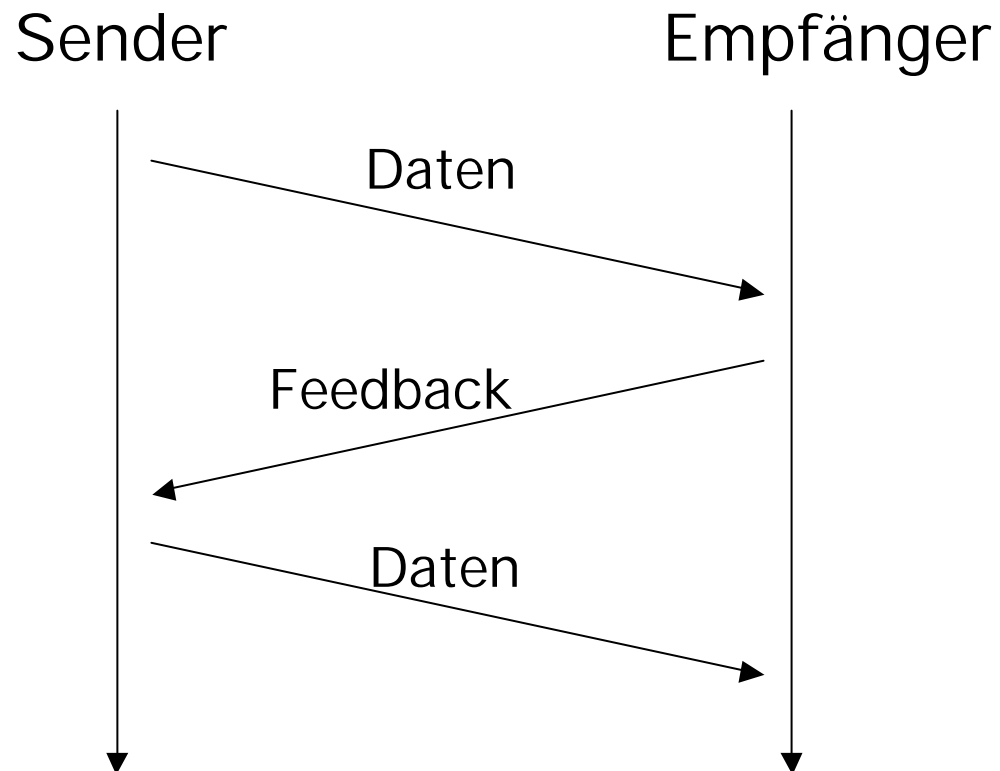
- zeitliche Skalierung
 - Anzahl der übertragenen Bilder pro Sekunde verringern
- räumliche Skalierung
 - Reduzieren der Bildgröße
- Frequenzskalierung
 - Weglassen von Frequenzen (z.B. DCT)
- Amplitudenskalierung
 - Reduzieren der Farbtiefe der Pixel oder der Anzahl Bits für die Graustufen



Prinzipieller Ablauf der Skalierung



- Monitoring
- Feedback
- Adaption



Skalierung vs. Reservierung



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



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



Layered Encoding



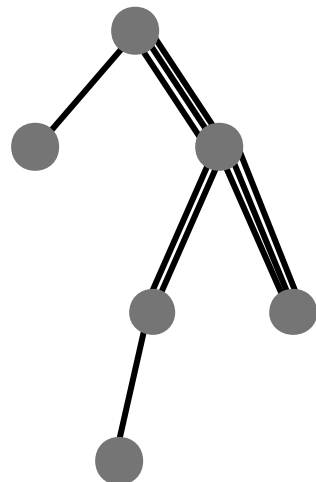
- 1 Transportstrom = n Netzwerkströme
- Basis-Netzwerkstrom (layer 0)
 - Grobbild
 - Übertragung über reservierte und garantierte Bandbreite oder mit hoher Priorität der Pakete
- Zusätzliche Netzwerkströme (higher layers)
 - mehr Daten für bessere Bildqualität
 - Übertragung über eine "best-effort"-Verbindung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



Medienfilter



- Unterschiedliche Empfänger erfordern unterschiedliche Qualitäten der Medienströme
 - 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



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



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 Paketrate
 - die Bildwiederholrate beim Empfänger sinkt

