

# **Vorlesung Kommunikationstechnik**

## **Quality of Service (QoS)**

**Harald Orlamünder**

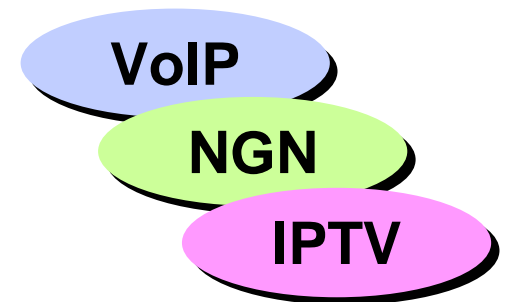
**SS 2014**

# Inhalt

- Grundlagen
- Qualitätsparameter und Messverfahren
- Verfahren in IP-Netzen
  - IntServ und RSVP
  - DiffServ
  - RTP

# Qualität und Echtzeit im Internet – Grundlagen

- Im heutigen Internet gibt es keine unterschiedlichen Qualitäten - alles wird nach dem „best effort“-Prinzip behandelt.
- Gründe sprechen für einen neuen Ansatz:
  - größerer Dienste-Vielfalt mit Echtzeit-Anforderungen
  - nur mit entsprechendem Ausbau des Netzes kann dem Verkehrszuwachs begegnet werden
  - der Kunde will für wichtige Kommunikations-Beziehungen auch eine entsprechende Qualität
  - ISPs stehen im Wettbewerb und wollen sich unterscheiden.



# SLA und SLS

## Service Level Agreement (SLA)

### Kommerzielle Bedingungen

Verantwortl.  
Person,  
Namen,  
Adressen,  
Verfahren  
d. Problem-  
Lösung,  
Vertrags-  
Strafen, ...

### “Service Level Specification” (SLS)

Leistungsparameter, z.B.  
- Durchsatz,  
- Paketverlust,  
- Verzögerungszeit  
Verkehrsprofil,  
Marking,  
Shaping,  
...

### Informativer Teil

Jede Infor-  
mation, die  
noch nicht  
durch die  
anderen  
Teile abge-  
deckt ist.

**Dieser Teil ist aus technischer Sicht der Wichtigste.**

# Inhalt

- Grundlagen
- Qualitätsparameter und Messverfahren
- Verfahren
  - IntServ und RSVP
  - DiffServ
  - RTP

# Technische Parameter – ITU-T Rec. Y.1540

## Outcomes

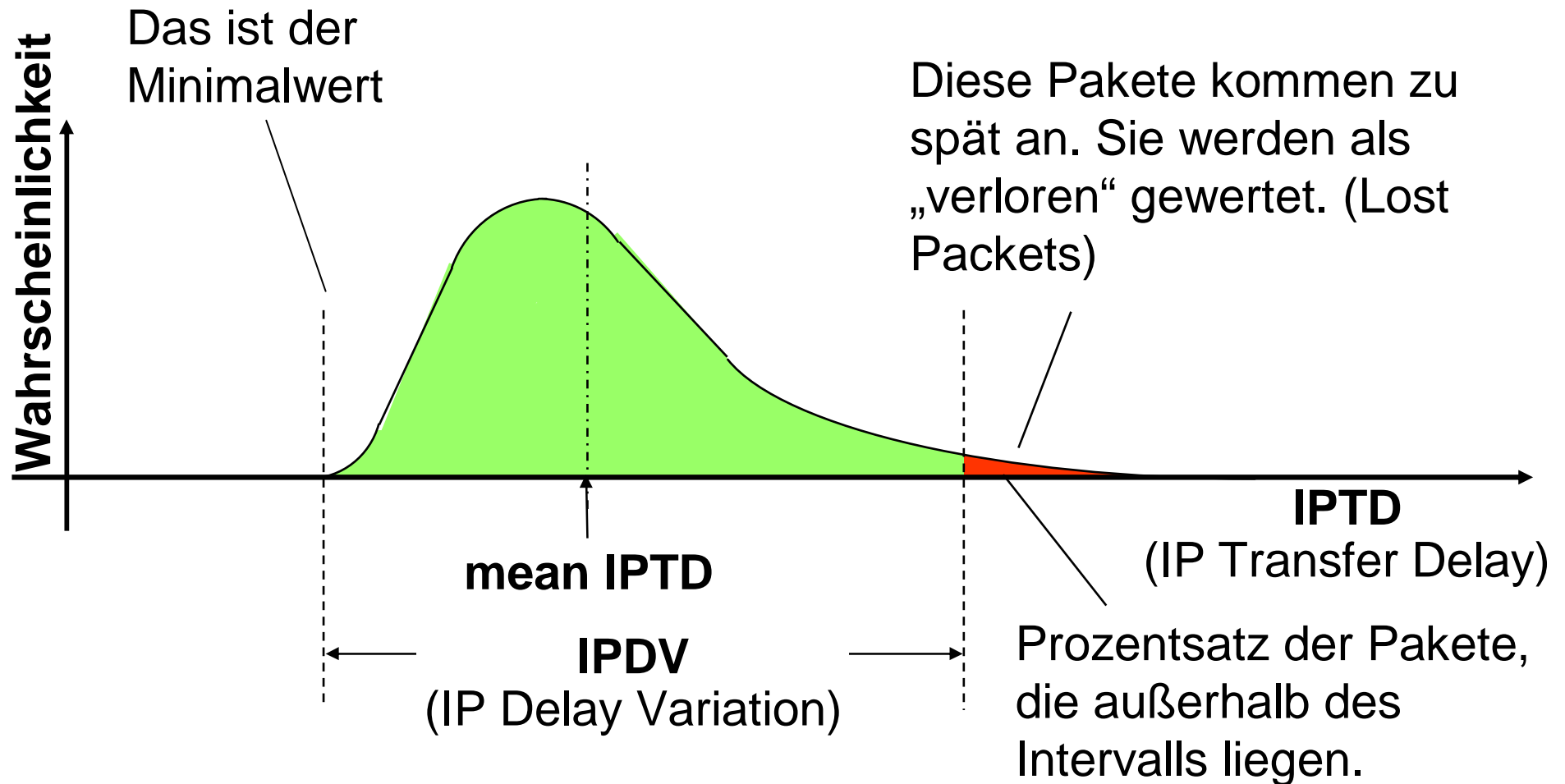
- successfully transferred
- errored
- lost
- spurious
- severe loss block



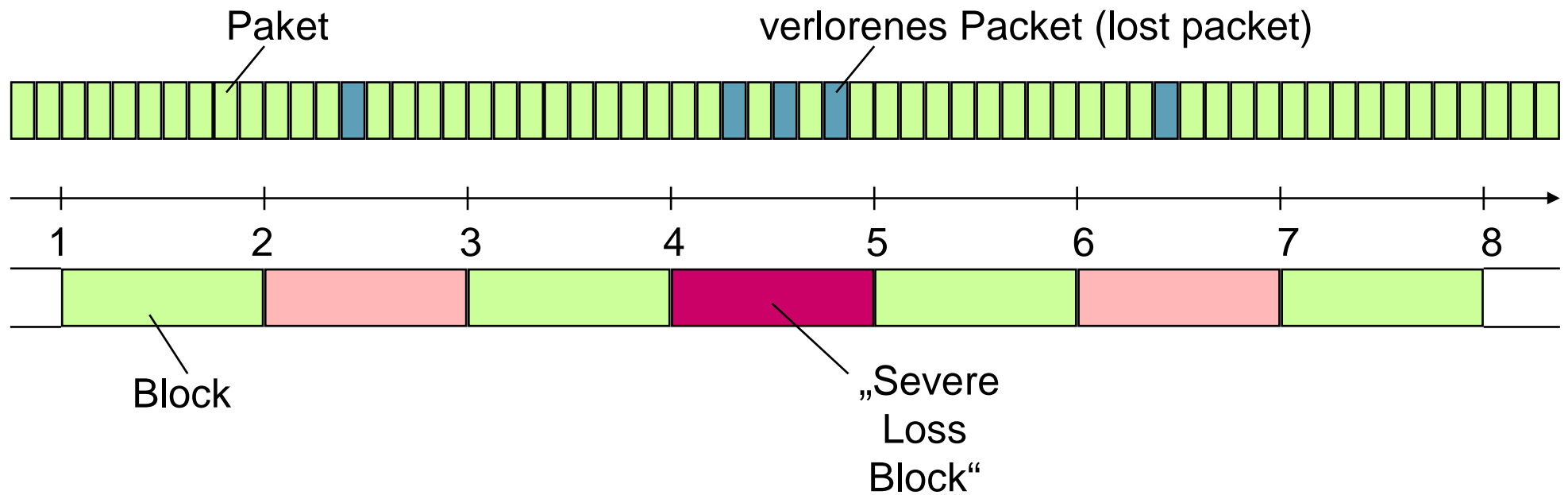
## Parameter

- IP Packet Transfer Delay (IPTD)
- mean IP Packet Transfer Delay
- IP Packet Delay Variation (IPDV)
- IP Packet Error Ratio (IPER)
- IP Packet Loss Ratio (IPLR)
- IP Packet Severe Loss Block Ratio (IPSLBR)

# Technische Parameter – Delay Distribution

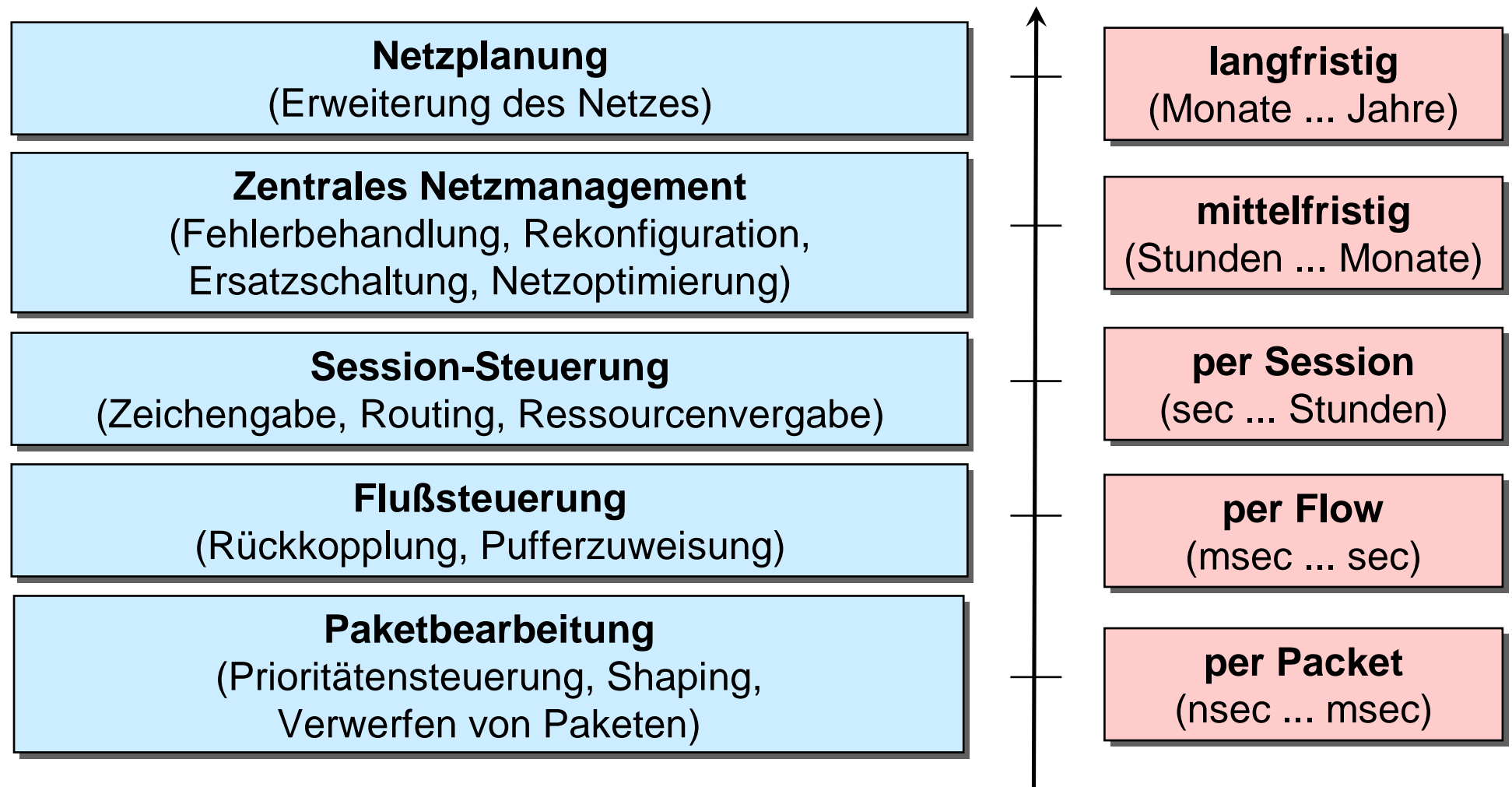


# Technische Parameter – Severe Loss Block





# Messungen – Massnahmen – Reaktionszeiten



# Technische Parameter – IP Performance Metrics (IPPM)

- Definiert einen Satz Standard-Metriken, die für Qualität, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit im Internet stehen.
- Sie sollen von Netzbetreibern, Endnutzern und dritten Testern gleichermaßen nutzbar sein.
- Die Metriken sind:
  - one-way delay and loss,
  - round-trip delay and loss,
  - delay variation
  - loss patterns,
  - packet reordering,
  - bulk transport capacity,
  - link bandwidth capacity.

RFC 2330

## Technische Parameter – Real Time Flow Measurement (RTFM)

- Behandelt hauptsächlich Fragen des Datendurchsatzes, also:
  - Anzahl Pakete oder
  - Anzahl der übertragenen Bytes.
- Damit ist es auch möglich Statistiken zu erstellen.
- In einer Erweiterung wurden zusätzliche Parameter definiert:
  - QoS Service Class,
  - QoS Style,
  - QoS Rate,
  - QoS Slack Term,
  - QoS Token Bucket Rate.

**RFC 2724**

## Technische Parameter – Media Delivery Index (MDI)

- Der „Media Delivery Index“ (MDI) besteht aus zwei Komponenten :
  - **Delay Factor** (DF): maximale Differenz zwischen der Ankunft von Media-Daten und ihrem „Verbrauch“, gemessen in Millisekunden (ms). Um eine kontinuierliche Messung vornehmen zu können, wird immer in einem Zeitintervall gemessen, z.B. 1 Sekunde. Der Delay Factor gibt damit einen Hinweis auf die benötigte Größe des Puffers im nächsten Netzknoten.
  - **Media Loss Rate** (MLR): Anzahl der verlorenen Media-Pakete und von Media-Paketen in falscher Reihenfolge, gemessen über ein Zeitintervall. (Achtung: Media-Pakete sind Strukturen des Dienstes, bei MPEG sind es die 188-Byte-Transport-Stream-Pakete.)
- Dargestellt wird das Ergebnis als Tupel durch einen Doppelpunkt getrennt:
  - DF:MLR

**RFC 4445**

# Messungen – Prinzipien

## ■ Built-in Measurement

- Benutzung von Netzelementen (Router, Switches) mit eingebauten Messmöglichkeiten. Nachteil: Die Lösungen sind oft Herstellerspezifisch und da das Messen nicht die Hauptaufgabe ist, bleiben Zweifel an der Genauigkeit.

## ■ Passive Monitoring

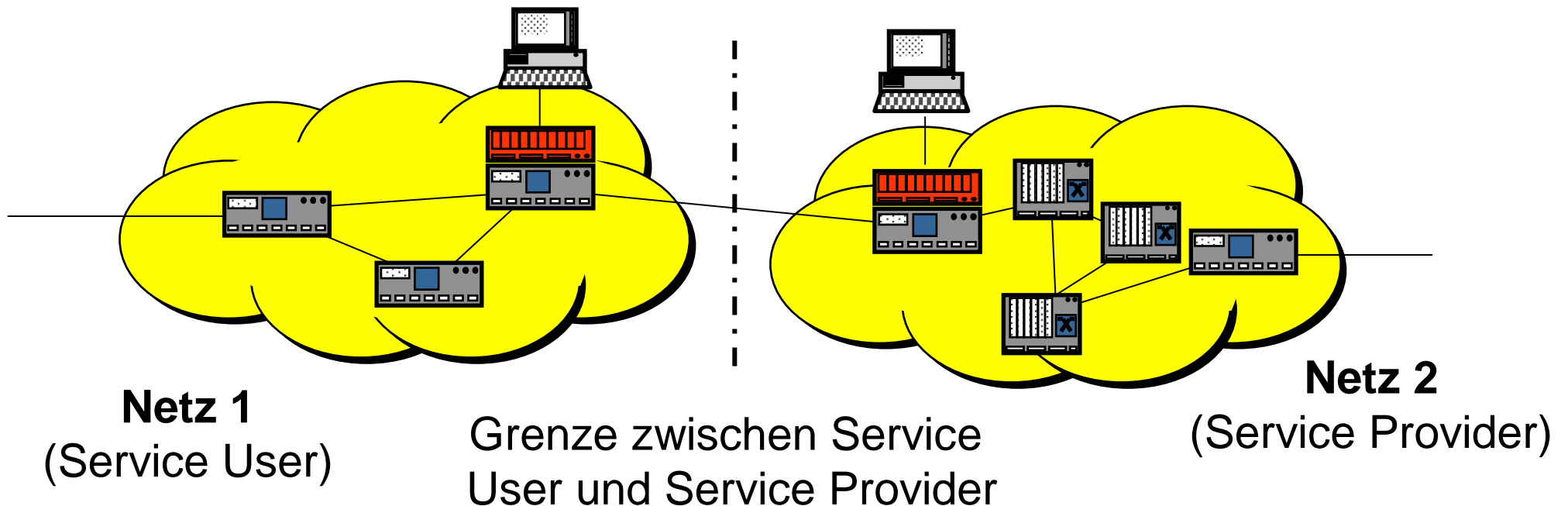
- „Schnüffeln“ (sniffing) an einem Port. Da LANs heute nicht mehr ein Shared Medium darstellen, muss das „Mirroring“ in Netzelemente eingebaut sein und kann das Ergebnis verfälschen. Zudem ist es schwer, Test-Verkehr einzuspeisen.

## ■ Active Monitoring

- Benutzung von externen Messeinrichtungen, die in den Datenpfad eingeschleift werden. Das wird aber das Verhalten des Pfades ändern, z.B. zusätzliche Verzögerung bringen.

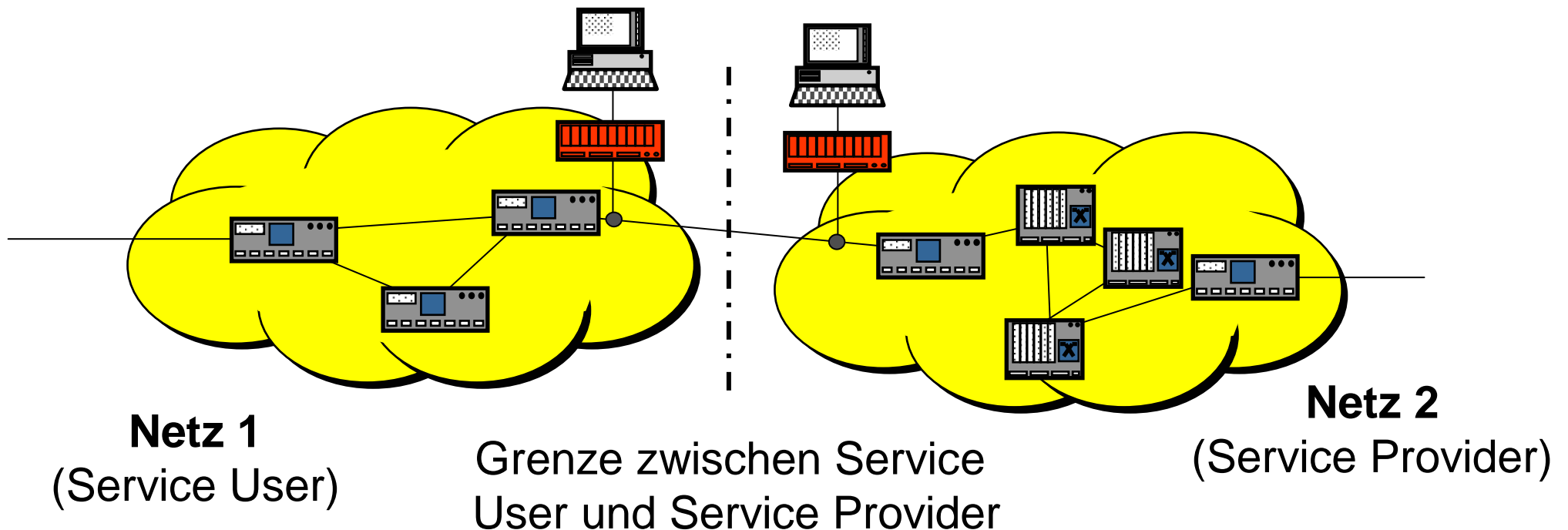
# Messungen – Built-in Measurement

Integriertes Mess-Equipment, Hersteller-spezifisch, verschiedene Messprinzipien, lastabhängig, ...



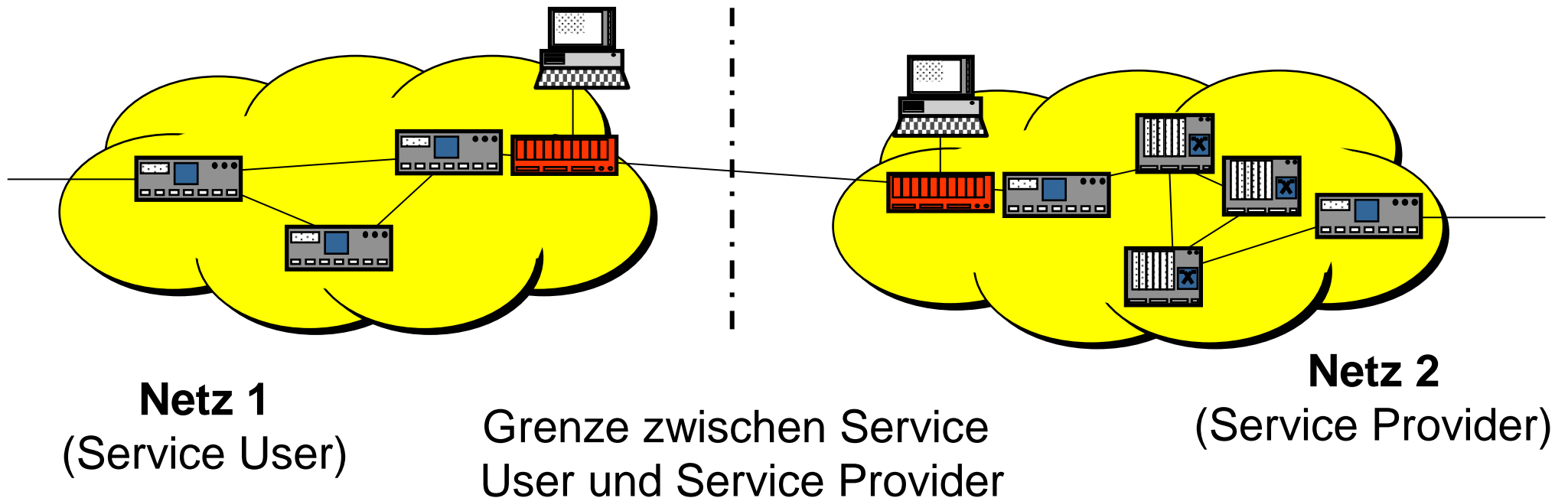
# Messungen– Passive Monitoring

Separates Mess-Equipment, passives Schnüffeln,  
gleiche Messprinzipien auf beiden Seiten, keine  
Möglichkeit Test-Verkehr einzuspeisen.



# Messungen– Active Monitoring

Separates Mess-Equipment, aktiv (in den Datenstrom eingefügt), gleiche Messprinzipien auf beiden Seiten, Test-Verkehr kann eingespeist werden





# Inhalt

- Grundlagen
- Qualitätsparameter und Messverfahren
- Verfahren
  - IntServ und RSVP
  - DiffServ
  - RTP

# Qualität und Echtzeit im Internet – Methoden

## ■ Prinzipielle Lösungen für Qualität :

- „genügend“ Kapazität im Netz
- Methoden der Verkehrssteuerung
- geeignete Anpassungs-Schicht

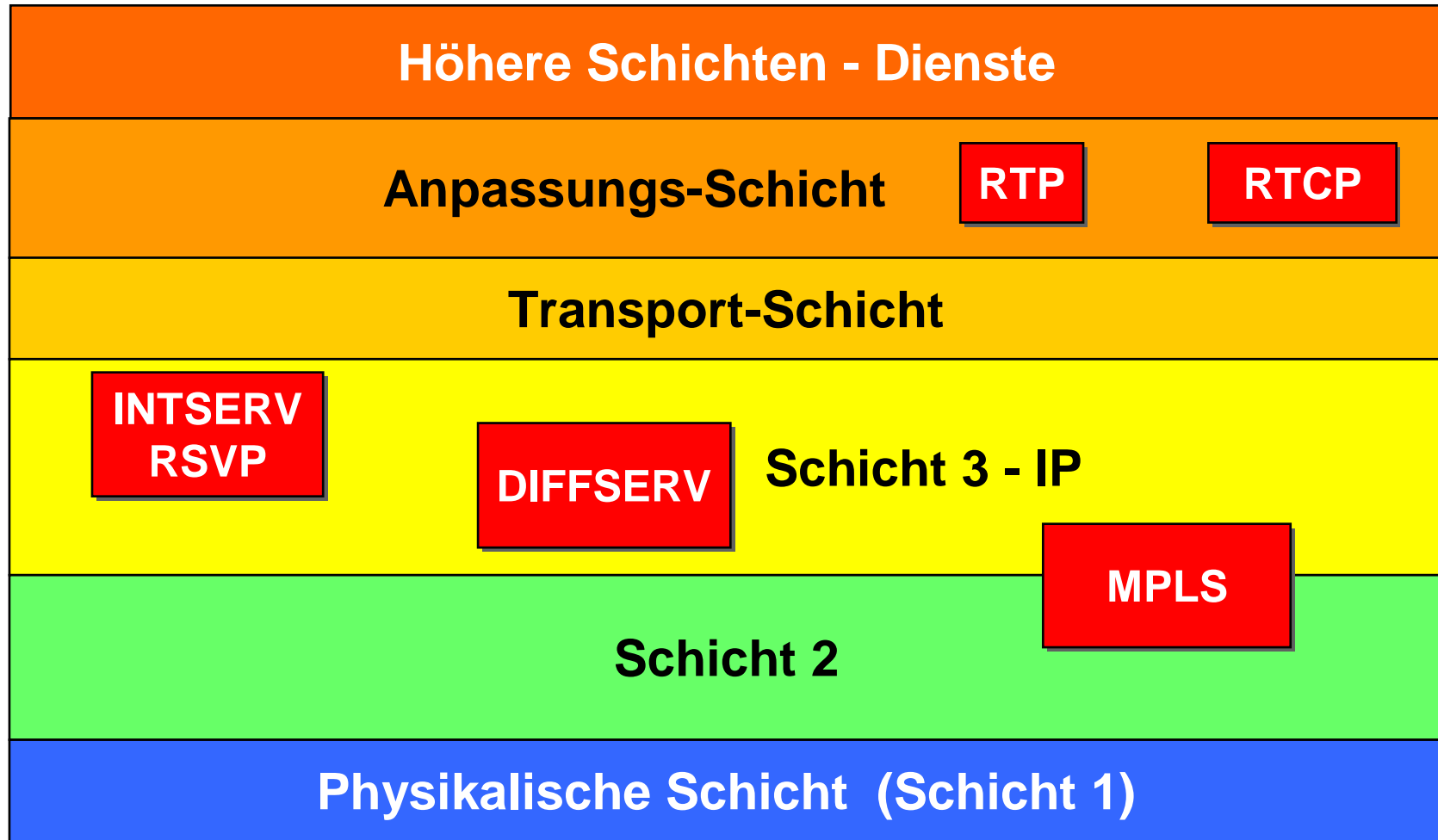


## Qualität und Echtzeit im Internet

### Mechanismen im Kernnetz

- **Integrated Services** (IntServ-Ansatz mit dem Protokoll RSVP) als Lösung für die Reservierung von Ressourcen wird nur in begrenzten Netzbereichen eingesetzt werden, z.B. Bereich eines Betreibers oder in Intranets. Qualität wird pro Verbindung garantiert = Quality of Service (QoS).
- **Differentiated Services** (DiffServ-Ansatz) ist eine interessante Lösung, allerdings nur dort, wo wirklich aggregierter Verkehr vorkommt, also z.B. in Kernnetzen. Qualität wird pro Verkehrsklasse garantiert = Class of Service (CoS).
- **Multi-Protocol Label Switching** (MPLS) wird einen weiten Einsatz finden. Extrem starkes, weltweites Interesse! ATM geeignet als Schicht 2, aber auch spezielle MPLS-Schicht-2. Qualität pro „Verbindung“, wobei eine Verbindung mehrere Verkehrsströme tragen kann.

# Qualität und Echtzeit im Internet – Protokolle



# Inhalt

- Grundlagen
- Qualitätsparameter und Messverfahren
- Verfahren
  - IntServ und RSVP
  - DiffServ
  - RTP

# IntServ und RSVP – Grundlagen

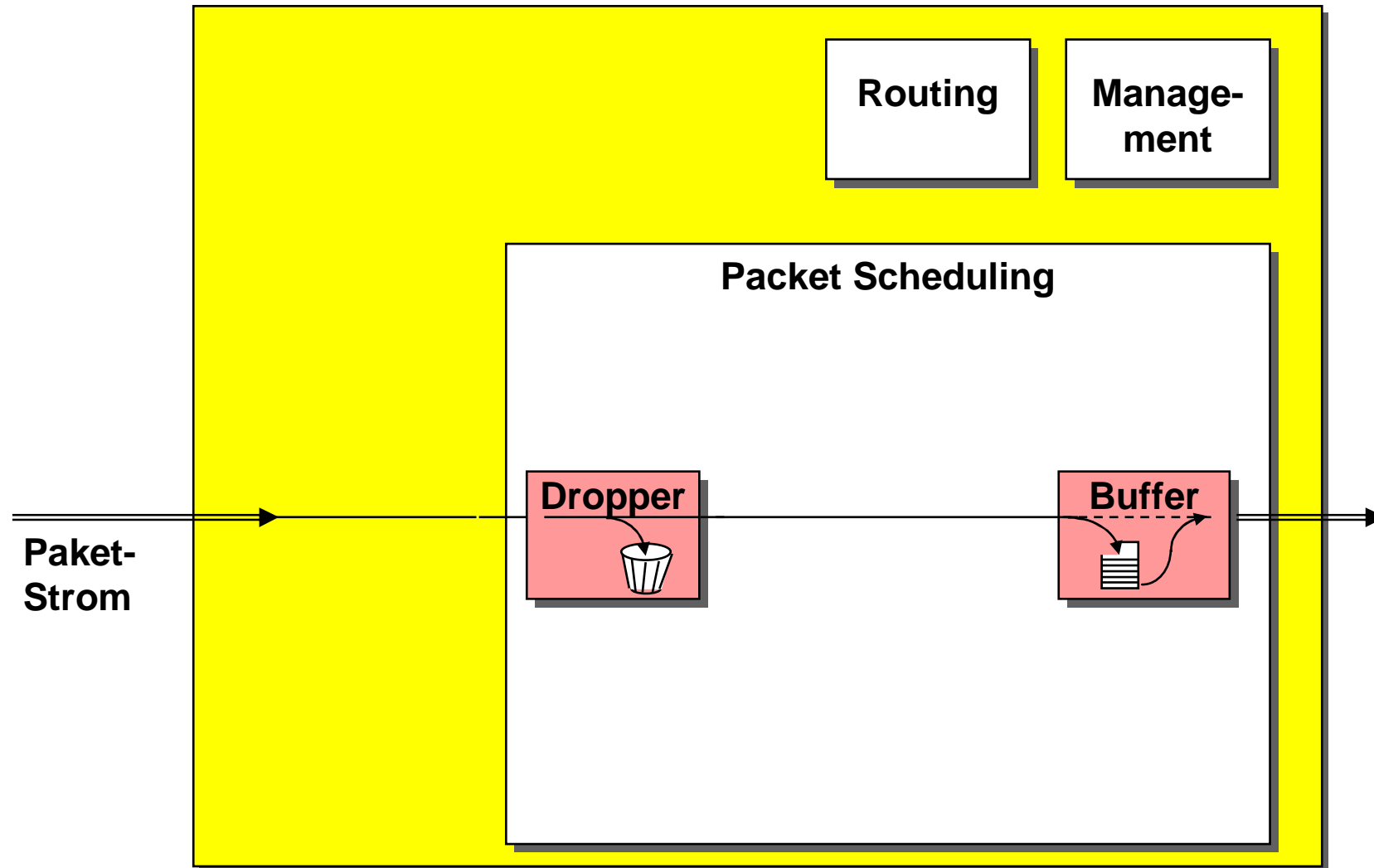
- Zwei Möglichkeiten standen zur Auswahl, um im Internet Qualität einzuführen:
  - Aufbau einer zweiten Infrastruktur oder
  - Integration der notwendigen Erweiterungen in die Internet-Architektur.
- Man hat sich für den zweiten Weg eines universellen Internets entschieden.
  - Modifikation der Internet Infrastruktur so, dass sie „echtzeit-fähig“ wird.
  - Die Lösungen müssen Ergänzungen zum bestehenden Internet bilden, kein Ersatz.
  - Das Internet-Protokoll (IP) sollte soweit wie möglich unangetastet bleiben und für alle Dienste-Typen universell nutzbar sein.
  - Es ist von einer Multipunkt-Umgebung auszugehen.

RFC 1633, RFC 2205

# IntServ und RSVP – Dienste-Klassen

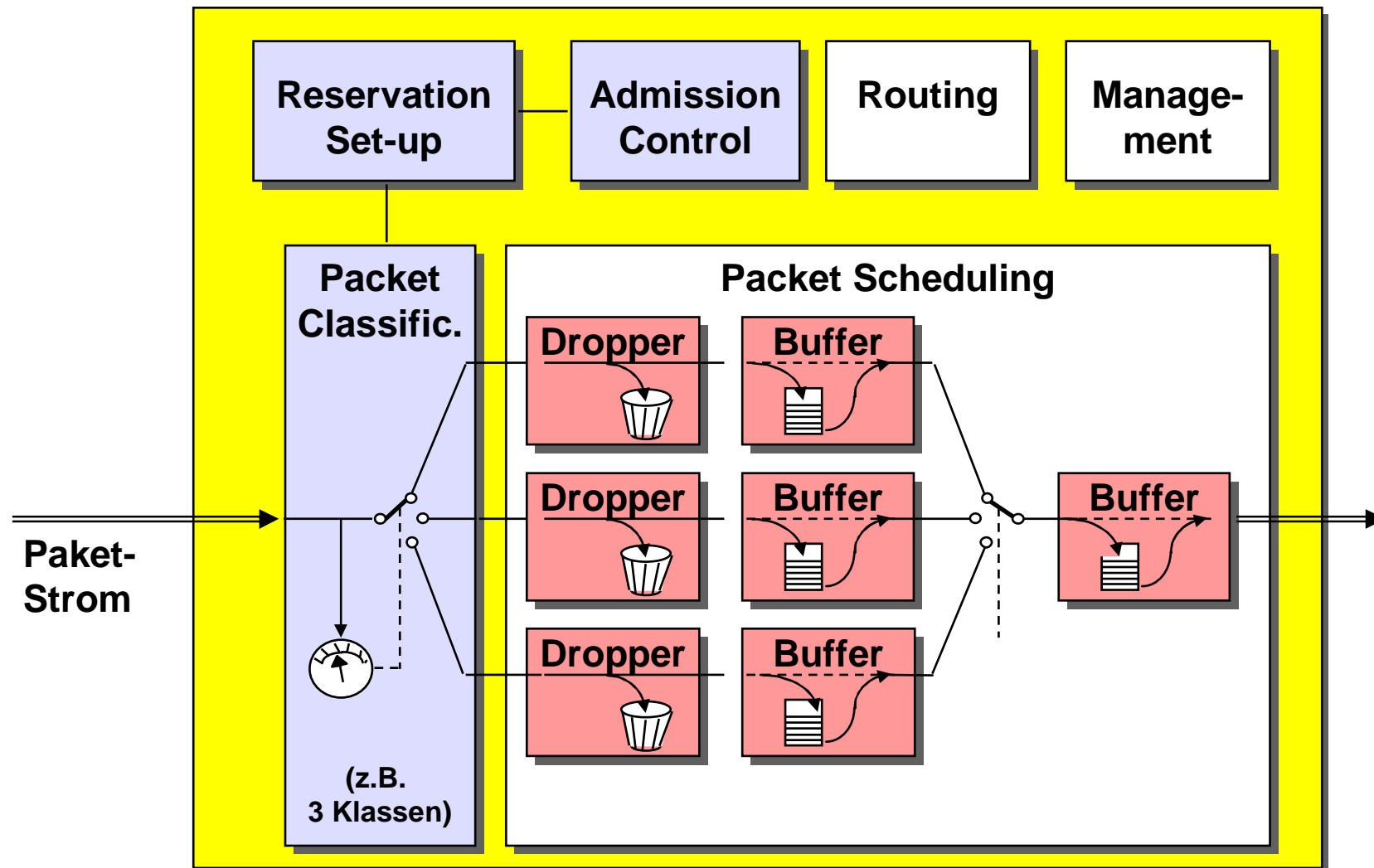
- Bei der Qualität sind zwei Parameter wichtig:
  - Paketverzögerung
  - Paketverlust.
- Dienste können in mehrere Klassen eingeteilt werden:
  - Echtzeit-Anwendungen
    - Intolerante Echtzeit-Anwendungen geben einen Maximalwert für die Paket-Verzögerung vor;  
-> Dienste-Typ = „**guaranteed service**“.
    - Tolerante Echtzeit-Anwendungen können sich an die Fähigkeiten des Netzes anpassen.  
-> Dienste-Typ = „**predictive service**“.
  - Elastische Anwendung
    - Wartet auf alle Pakete. Es wird also keine Verzögerungszeit vorgegeben.  
„As-soon-as-possible“-Dienst  
-> Eingeführten Begriff = „**best-effort service**“.

# IntServ und RSVP – Referenz-Konfiguration Router

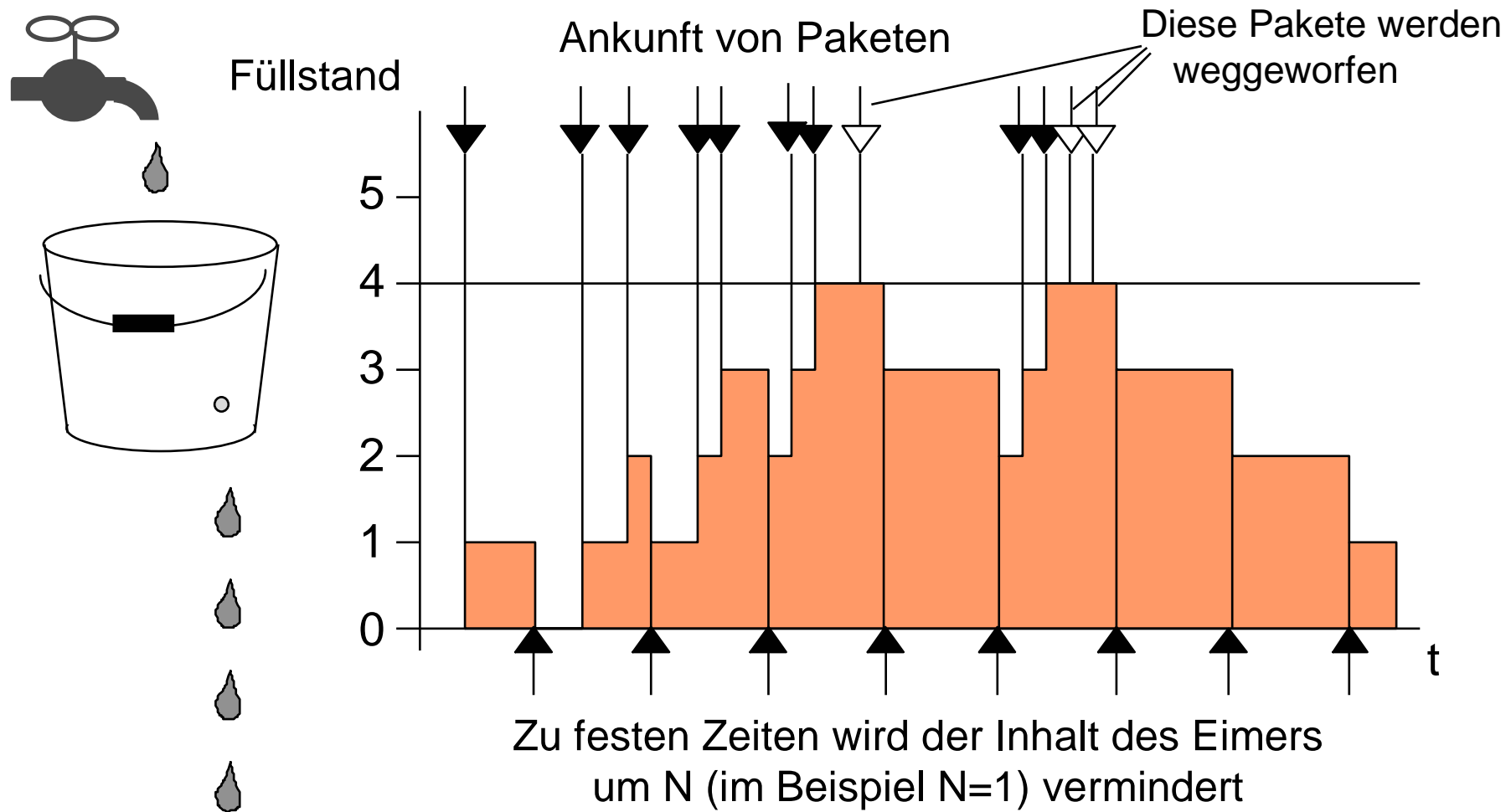




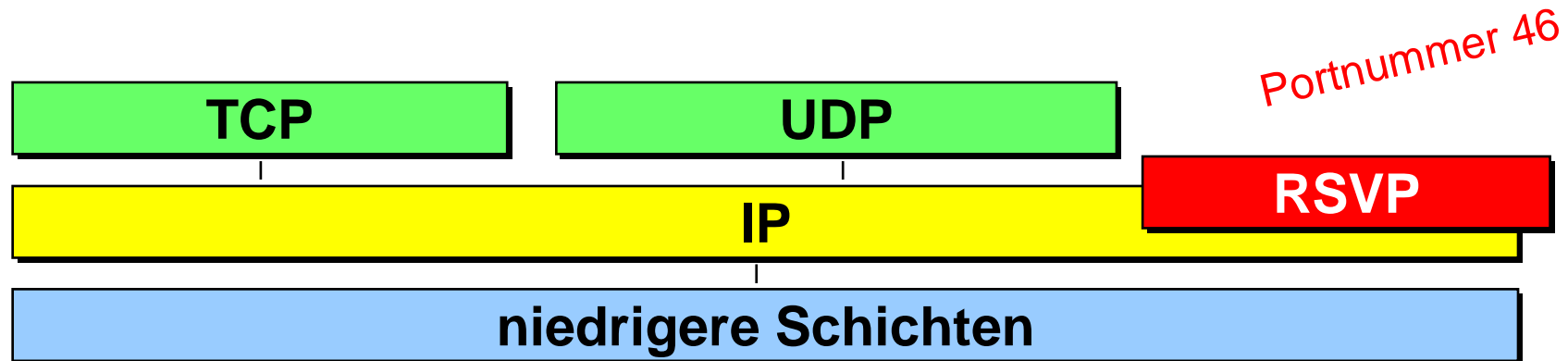
# IntServ und RSVP – Referenz-Konfiguration Router m. RSVP



# Drosselmechanismen – Leaky Bucket

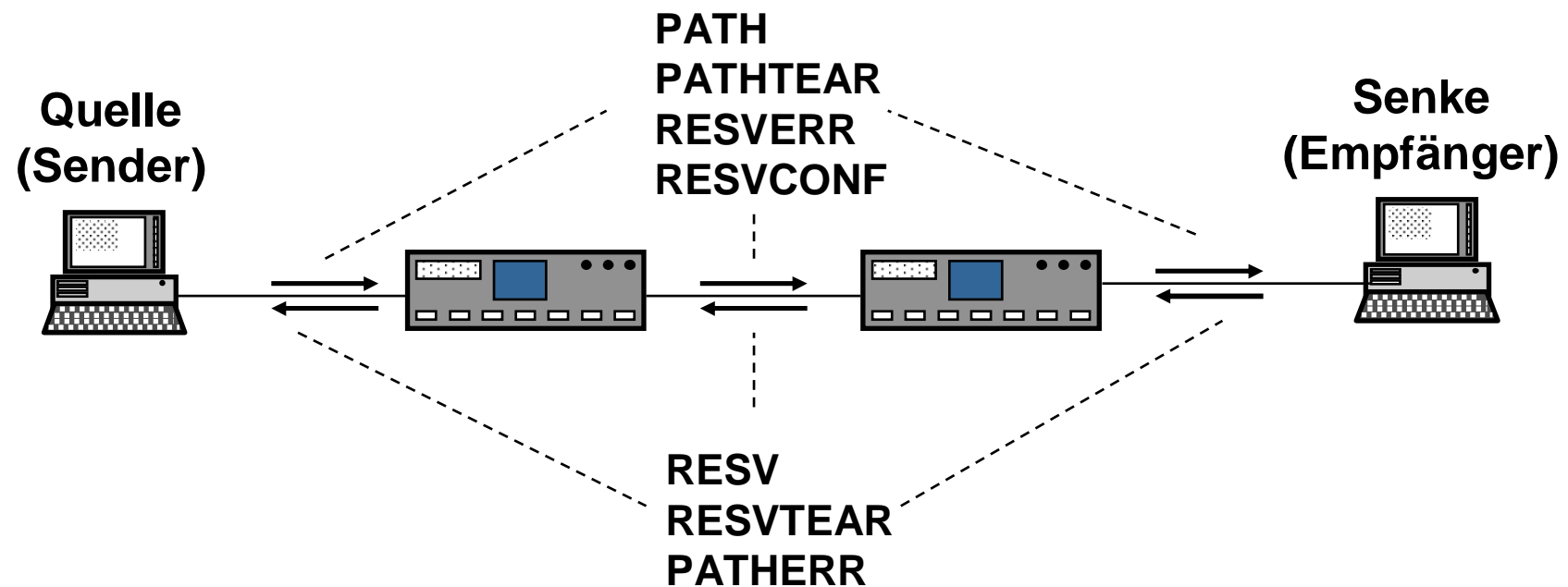


# IntServ und RSVP – Protokoll-Modell und Nachrichten

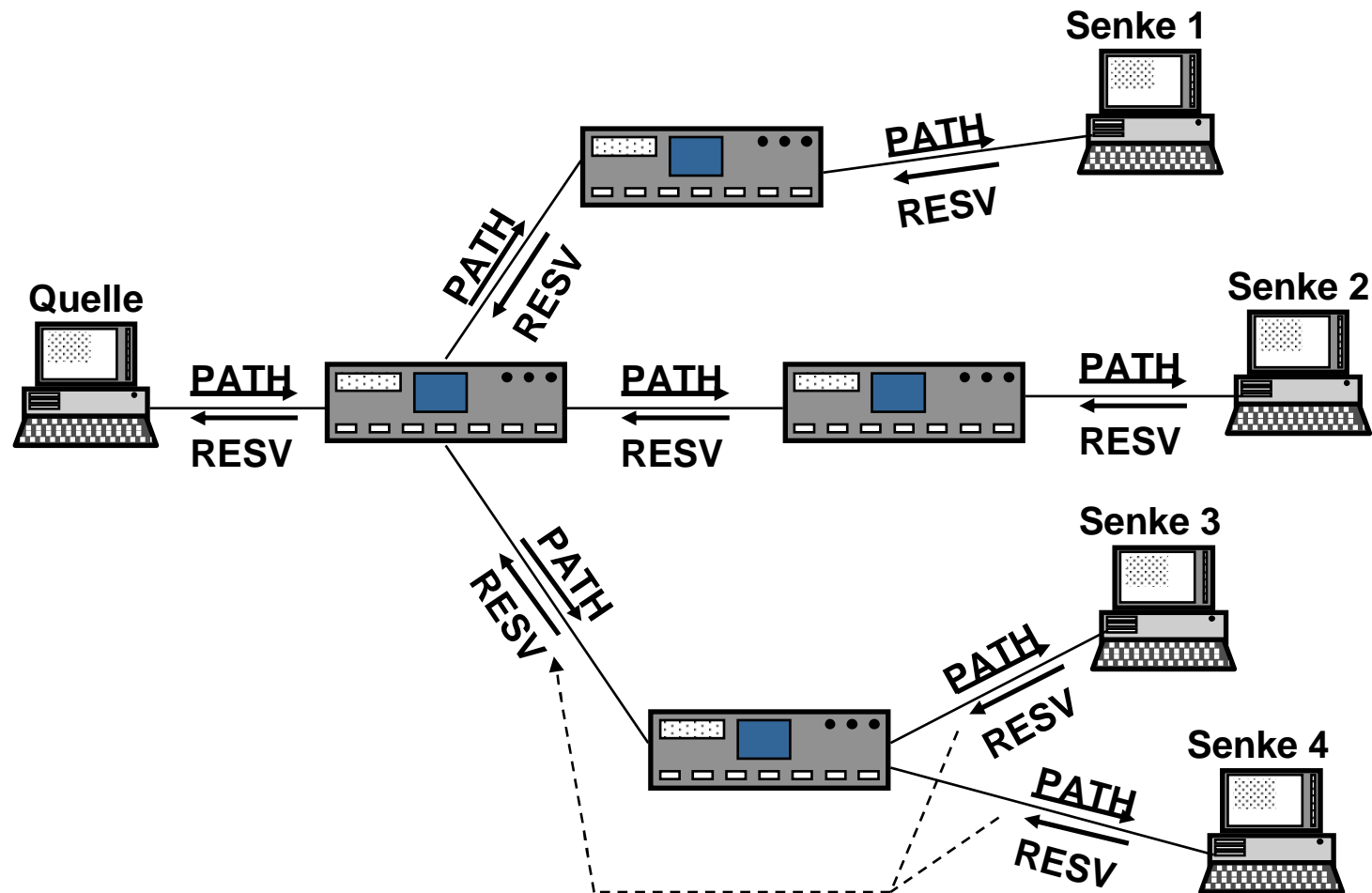


Nachricht	Erklärung
<b>PATH</b>	Aufbauwunsch für eine Verbindung (entspricht SETUP)
<b>RESV</b>	Durchführen des Verbindungsaufbaus (entspricht ACK)
<b>RESVCONF</b>	Quittung für erfolgten Verbindungsaufbau
<b>PATHTEAR</b>	Abbauwunsch für eine Verbindung (entspricht RELEASE)
<b>RESVTEAR</b>	Durchführen des Verbindungsabbaus (entspricht ACK)
<b>PATHERR</b>	Fehlermeldung
<b>RESVERR</b>	Fehlermeldung

# IntServ und RSVP – Richtung der RSVP-Nachrichten



# IntServ und RSVP – „Merging“ von RSVP-Nachrichten



Nur eine RESV-Nachricht wird  
Richtung Quelle gesendet

# IntServ und RSVP – Verkehrsbeschreibung (1)

## ■ SENDER\_TSPEC

- Information des Senders über den von ihm generierten Verkehr; wird in der PATH-Nachricht allen Netzelementen und den Empfängern mitgeteilt. Sie wird nicht verändert.

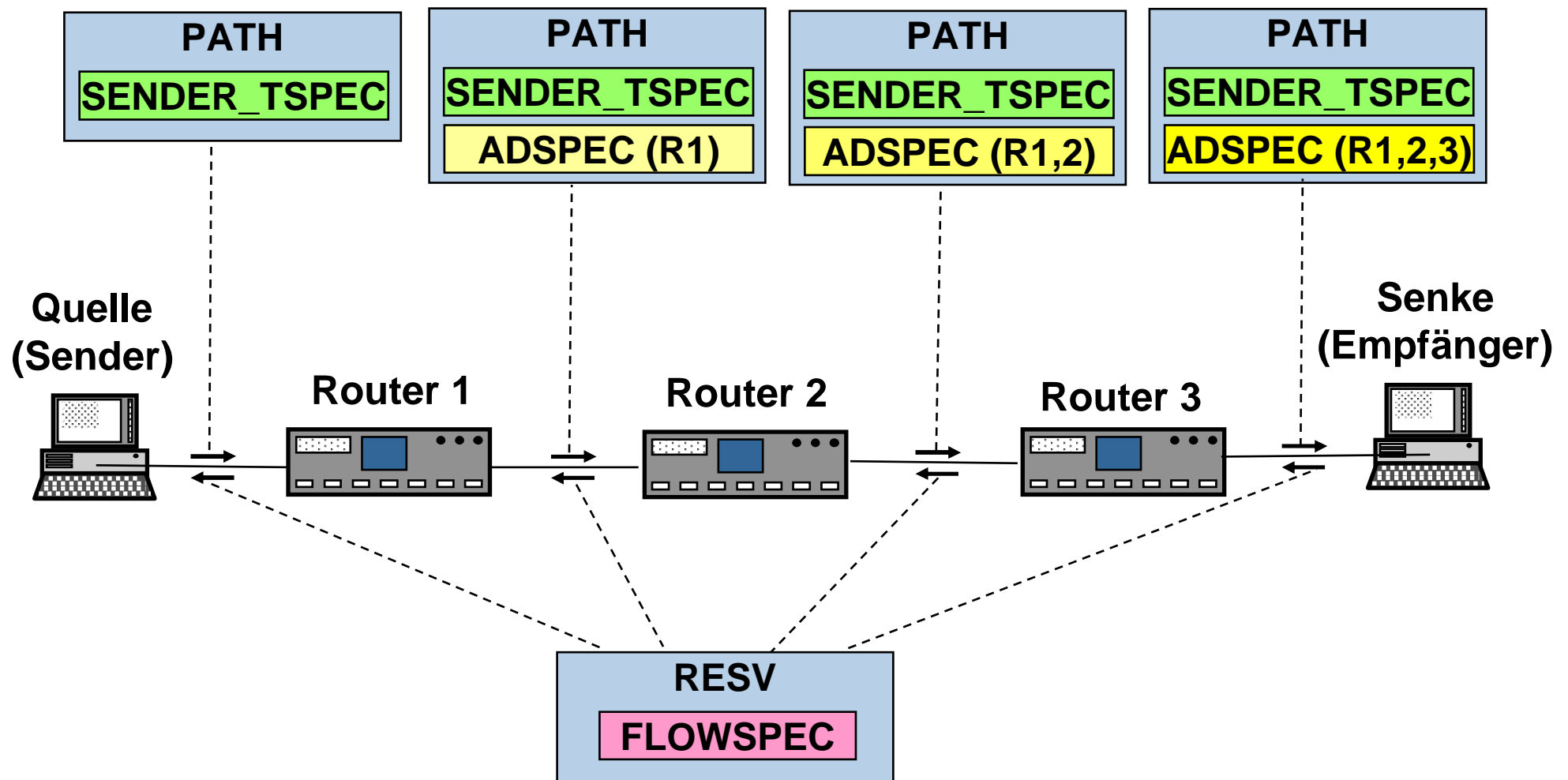
## ■ ADSPEC

- Informationen der Netzelemente über ihre Fähigkeiten; wird in der PATH-Nachricht übermittelt, in nachfolgenden Netzelementen aufgesammelt, evtl. aktualisiert und an die Empfänger weiterleitet.

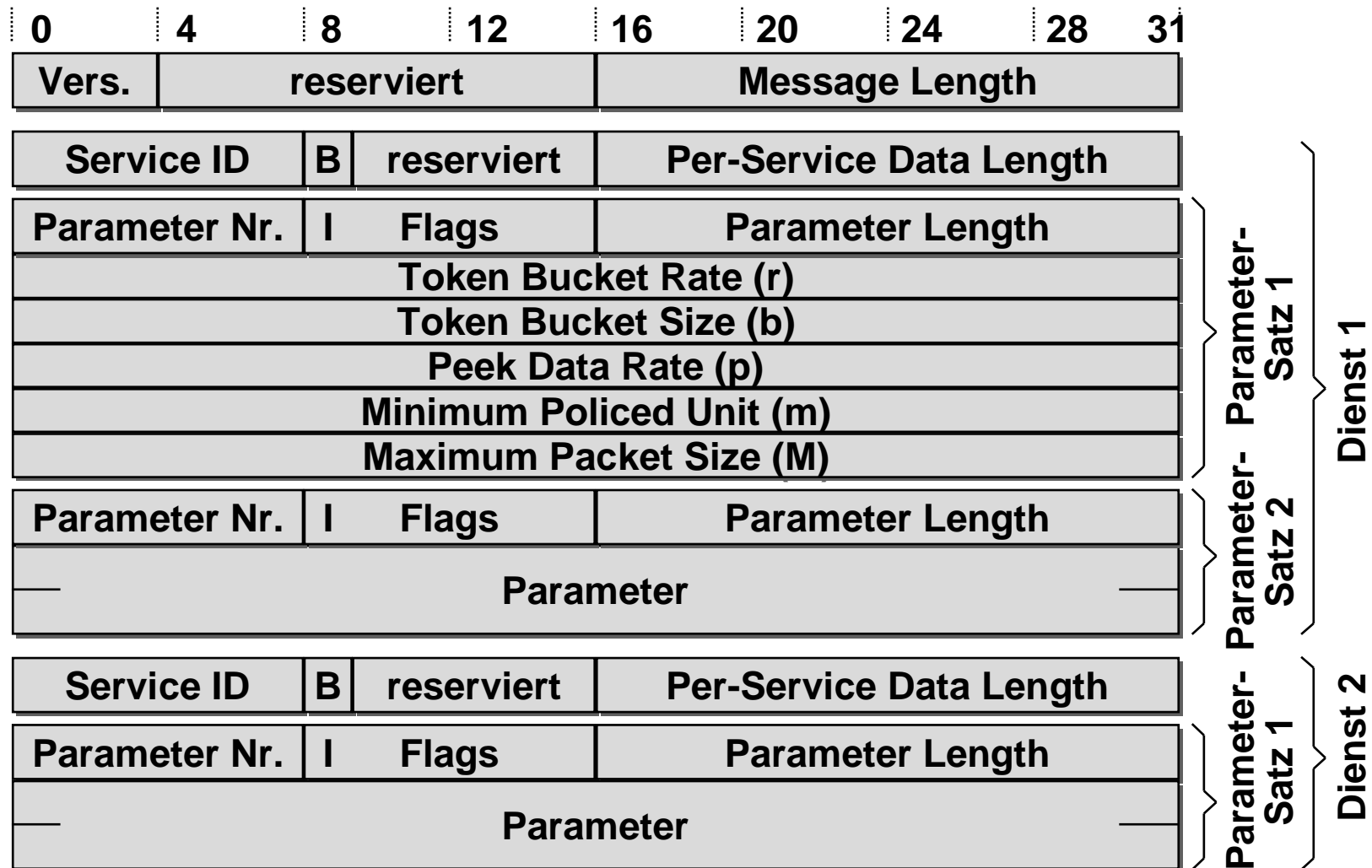
## ■ FLOWSPEC

- Information des Empfängers über den akzeptierten Verkehr. Der Empfänger kombiniert die empfangenen Informationen aus SENDER\_TSPEC und ADSPEC mit seinen eigenen Fähigkeiten und Wünschen und schickt das Ergebnis als FLOWSPEC in der RESV-Nachricht über alle Netzelemente an den Sender zurück. Netzelemente können diese Information ändern

## IntServ und RSVP – Verkehrsbeschreibung (2)



# RSVP – Format der Nachrichten



RFC 2215



# Inhalt

- Grundlagen
- Qualitätsparameter und Messverfahren
- Verfahren
  - IntServ und RSVP
  - DiffServ
  - RTP

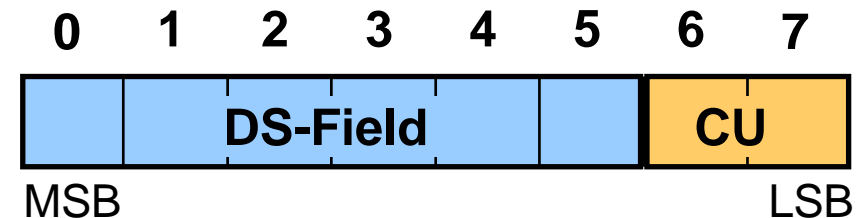
# DiffServ – Gründe

- Warum an der breiten Einführung von RSVP gezweifelt wird:
  - Kein RSVP im ganzen Internet - damit wird die Nachrichtenkette unterbrochen und es findet keine Reservierung statt.
  - Probleme in großen Netzen - zu große Anzahl an RSVP-Nachrichten, zu speichernden Zuständen und Laufzeiten.  
Das Stichwort: Skalierbarkeit.
  - Viele Anwendungen werden keine RSVP-Nachrichten generieren, können sogar ihre genauen Qualitätsanforderungen nicht beschreiben.
- Neuer Ansatz:
  - Netzbereiche sollen unabhängig voneinander arbeiten können, also nicht unbedingt auf einen Nachrichtenaustausch dazwischen angewiesen sein.
  - Das Verfahren muss skalierbar sein, also in großen Netzen noch funktionieren.
  - Und es soll nicht auf die Anwendungen und Endgeräte angewiesen sein.

# DiffServ – Klassen und DS Code Point

- Transport der „Prioritäts-Information“ (Differentiated Services, DS) im ehemaligen „Type of Service“ (ToS) Feld.

- 6 Bit bilden die „Differentiated Services Code Points“ (DSCP)
- 2 Bits bleiben frei („Currently Unused“, CU)

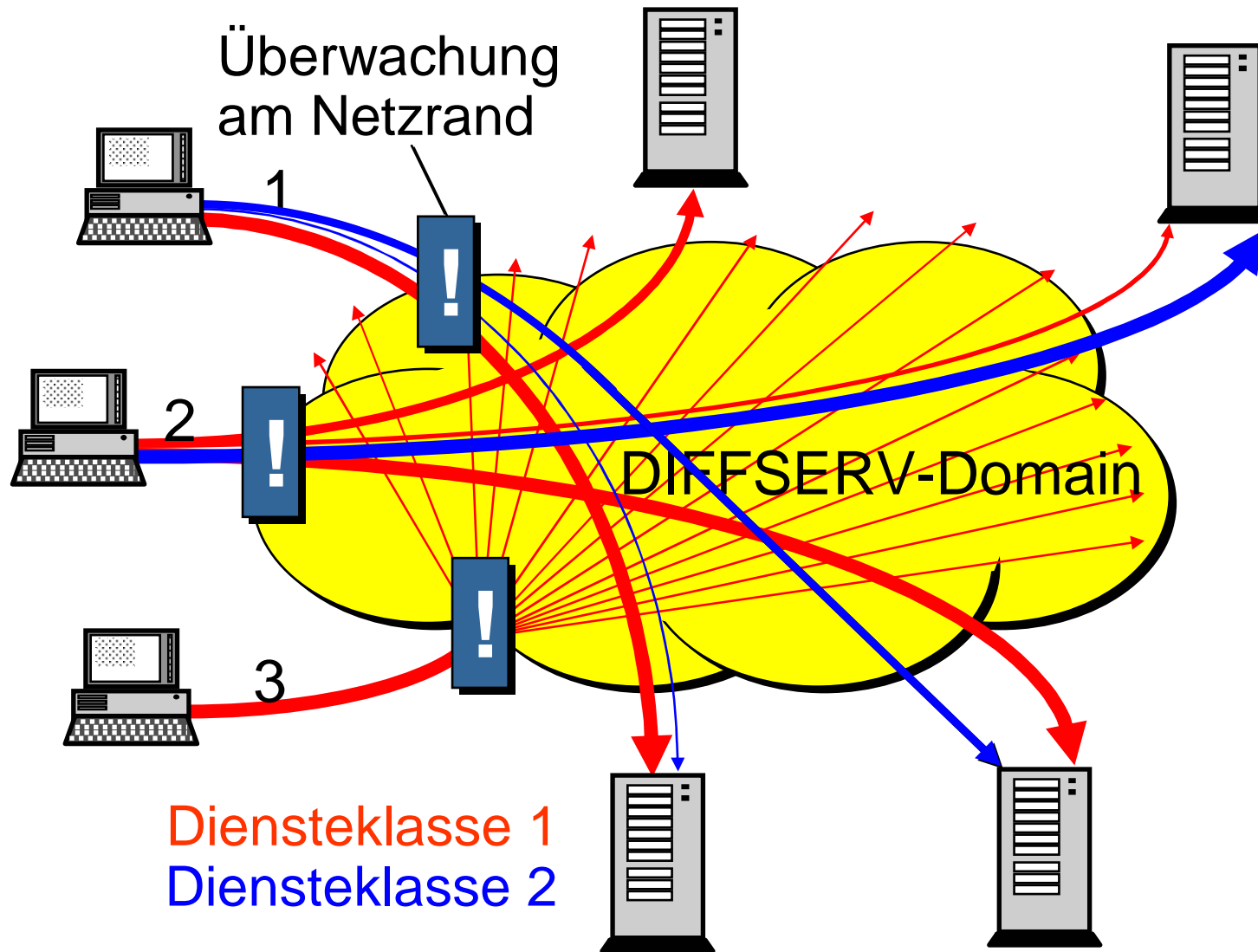


- Klassen = Per Hop Behaviours (PHB)

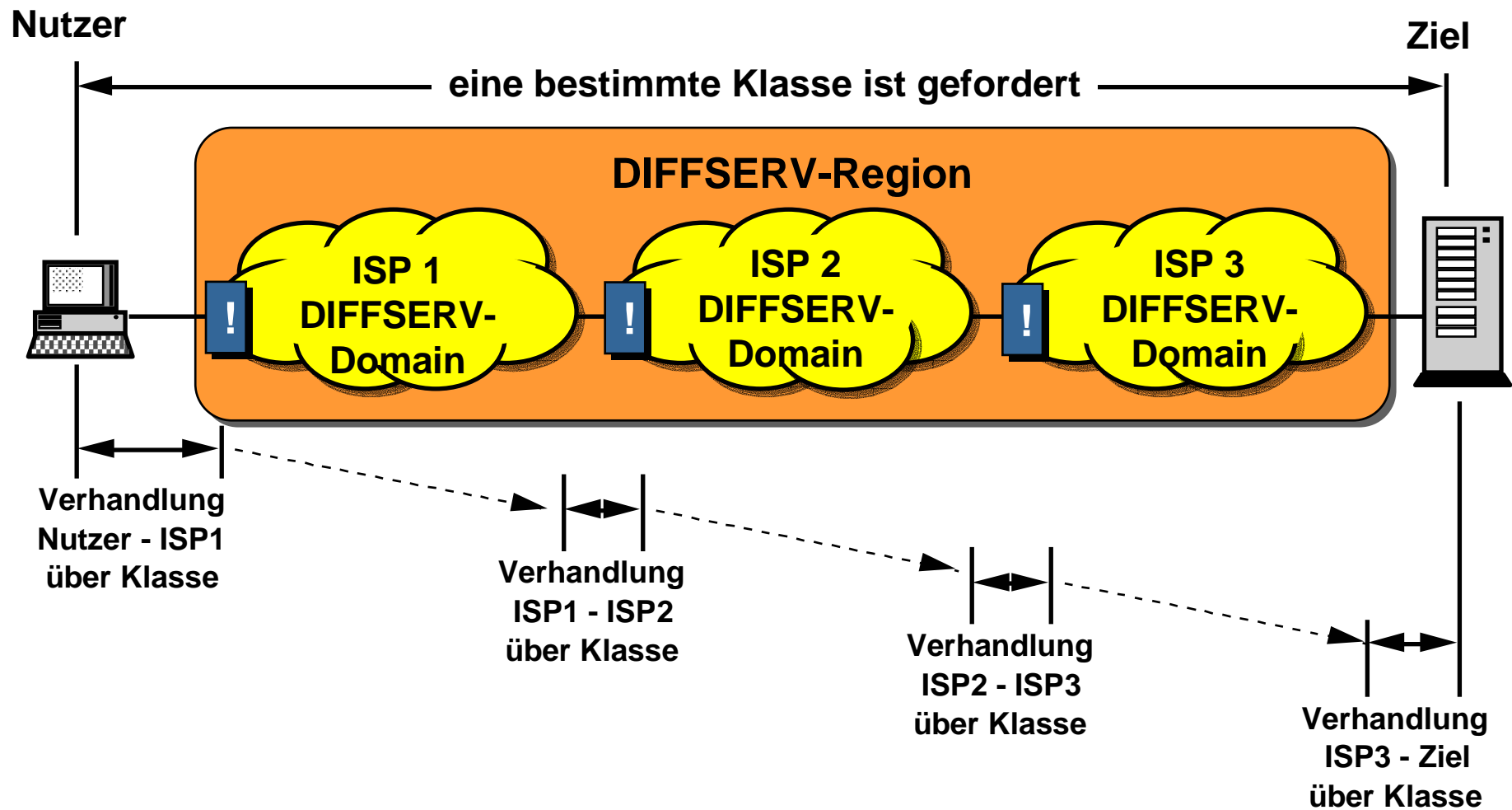
- **Class Selector PHB**  
Der normale „best effort“ Dienst mit 8 Prioritäts-Klassen.
- **Expedited Forwarding PHB**  
Dienst mit höchster Qualität (nur eine Klasse).
- **Assured Forwarding PHB**  
Mehrere Klassen mit relative Prioritäten; gerne als „olympisches Prinzip“ bezeichnet (Gold - Silber - Bronze).

RFC 2430,  
RFC 2474

# DiffServ – Konfiguration



# DiffServ – Domains

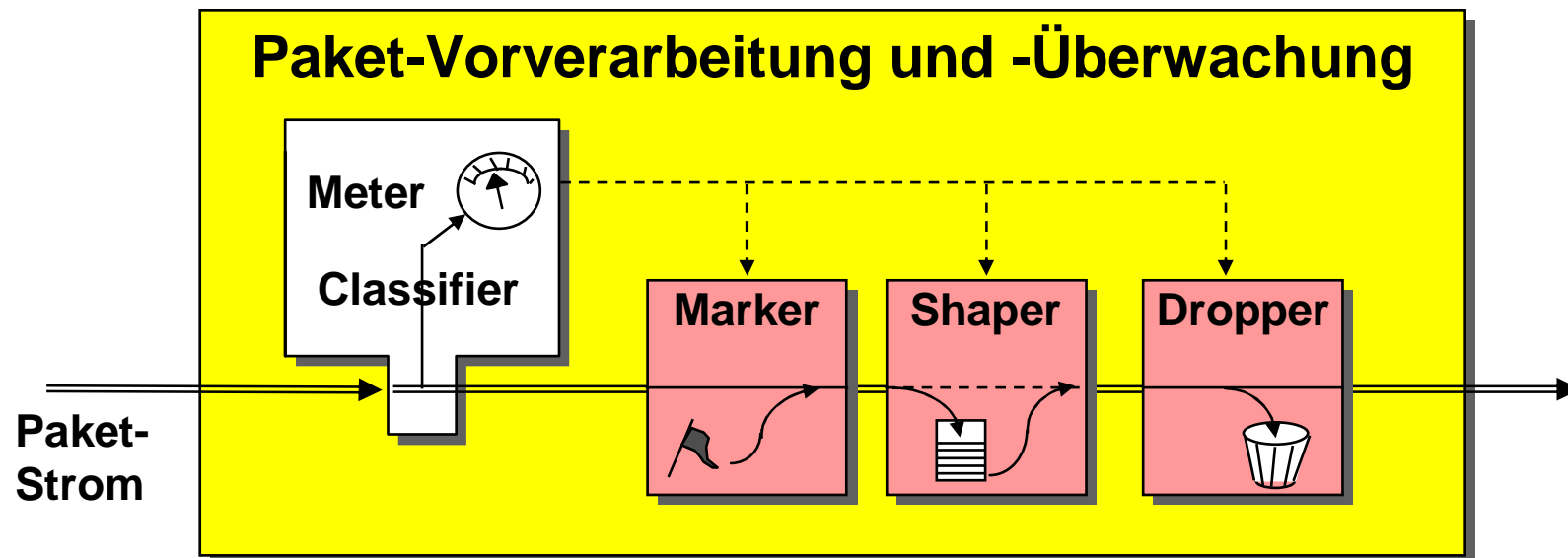


# DiffServ – Service Level Specification (SLS)

Service Level Specification (SLS)	
Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit, Verhalten im Fehlerfall	
Verschlüsselung	
Randbedingungen für das Routing	
Authentifizierung	
Mechanismen zur Überwachung des Verkehrs	
Verantwortlichkeit, Kontaktperson usw.	
Gebührenbehandlung	
Traffic Conditioning Specification (TCS)	
	Performance, wie <ul style="list-style-type: none"><li>• erwarteter Durchsatz (throughput, bit rate)</li><li>• Paketverlustwahrscheinlichkeit (drop probability)</li><li>• Verzögerungszeit (latency, delay)</li></ul>
	Verkehrsprofil, wie z.B. <ul style="list-style-type: none"><li>• token bucket Parameter</li></ul>
	Behandlung von Verkehr, der über dem angemeldeten Wert liegt
	Marking wird durchgeführt
	Shaping wird durchgeführt

# DiffServ – Referenz-Konfiguration

- Classifiers: gemäß dem jeweiligen DS Codepoint
- Meters: Messeinrichtung
- Markers: Police- und/oder Provider Markierung (optional)
- Shaper: Police- und/oder Provider Shaping
- Dropper: Verwerfen überschießenden Verkehrs



## DiffServ Code Points – PHBs

- Es gibt eine begrenzte Rückwärtskompatibilität zwischen den DSCP-Werten und den Precedence-Werten des alten ToS-Feldes.
- Die Parameter D, T, R und C des alten ToS-Feldes werden nicht berücksichtigt (Delay, Throughput, Reliability, Cost)
- Der Default-Wert für das DSCP-Feld ist 000000, so wie es schon für das ToS-Feld galt.
- Daneben gibt es drei Gruppen höherer Qualität:

<http://www.iana.org/assignments/dscp-registry>



# DiffServ– Klassen und DS Code Point (DSCP)

## ■ Class Selector PHB

- Der normale „best effort“ Dienst mit 8 Prioritäts-Stufen.  
DSCP-Werte = 000000 bis 111000.  
Damit Kompatibilität mit alten „Type of Service“ Implementierungen.

## ■ Assured Forwarding PHB

- Mehrere Klassen mit relative Prioritäten; gerne als „olympisches Prinzip“ bezeichnet (Gold - Silber - Bronze).  
Derzeit 3 Stufen der „drop precedence“, in jeder Stufe 4 Klassen.

## ■ Expedited Forwarding PHB

- Der qualitativ hochwertige Dienst mit geringer Verzögerung und geringem Paketverlust  
Gerne auch als „Premium Service“ bezeichnet.  
DSCP-Wert = 101110.

## DiffServ Code Points – Class Selector PHB

- **Class Selector PHB (CS)** korrespondiert mit dem Best Effort Service mit 8 Prioritäten gemäß dem ToS-Feld.

Werte sind:

- CS0 = 000000 („Default Value“)
- CS1 = 001000
- CS2 = 010000
- CS3 = 011000
- CS4 = 100000
- CS5 = 101000
- CS6 = 110000
- CS7 = 111000

- Dieses Schema sichert einen gewissen Grad an Rückwärtskompatibilität mit der heutigen Verwendung des Precedence-Feldes im Internet

RFC 2474

## DiffServ Code Points – Assured Forwarding PHB

- Die **Assured Forwarding** PHB (AF) unterscheidet zwischen 4 Qualitätsklassen und 3 sogenannter „Drop Precedence“-Werte. Das Resultat sind 12 Typen. (Dabei sind lokal auch mehr Typen möglich).

Werte sind:

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
• Low Drop Prec.	001010	010010	011010	100010
• Medium Drop Prec.	001100	010100	011100	100100
• High Drop Prec.	001110	010110	011110	100110

- Die Nomenklatur ist „**AFxy**“ mit „x“ entsprechend der Nummer der Spalte (also „Class“) und „y“ entsprechend der Nummer der Zeile (entsprechend der „Drop Precedence“).

RFC 2597

## DiffServ Code Points – Expedited Forwarding PHB

- Die höchste Qualitätsstufe wird durch die **Expedited Forwarding** PHB (EF) repräsentiert.
- Der Dienst genießt:
  - Geringe Verzögerung (low delay)
  - Geringer Jitter (low jitter) und
  - Geringer Paketverlust (low loss).
- Es gibt keine “Klassen” oder “Stufen”  
Expedited Forwarding ist EIN Typ.

Der Wert ist:

EF = 101110

RFC 3246 und RFC 3247

# DiffServ Code Points – Zusammenfassung der Werte

**Pool 1:**  
**Standards Action**  
Codes: xxxxx0

**Pool 2:**  
**Experimental or  
Local use PHBs**  
Codes: xxxx11

**Pool 3**  
**Experimental of  
Local use PHB or  
future assignment**  
Codes: = xxxx01

## **Class Selector PHB**

CS0 = 000000

CS1 = 001000

CS2 = 010000

CS3 = 011000

CS4 = 100000

CS5 = 101000

CS6 = 110000

CS7 = 111000

**Expedited  
Forwarding PHB**  
EF PHB = 101110

## **Assured Forwarding PHB**

AF11 = 001010

AF12 = 001100

AF13 = 001110

AF21 = 010010

AF22 = 010100

AF23 = 010110

AF31 = 011010

AF32 = 011100

AF33 = 011110

AF41 = 100010

AF42 = 100100

AF43 = 100110

# DiffServ Code Points – Sortierte Darstellung

**BACKUP**

000000 = CS0 (def.)	000100	000010	000110
100000 = CS4	100100 = AF42	100010 = AF41	100110 = AF43
010000 = CS2	010100 = AF22	010010 = AF21	010110 = AF23
110000 = CS6	110100	110010	110110
001000 = CS1	001100 = AF12	001010 = AF11	001110 = AF13
101000 = CS5	101100	101010	101110 = EF
011000 = CS3	011100 = AF32	011010 = AF31	011110 = AF33
111000 = CS7	111100	111010	111110

# DSCPs für Dienste

PHB	Service	Examples
CS7	Administrative	Heartbeat
CS6	Network Control	Network routing
EF	Telephony	IP Telephony bearer
CS5	Signaling	IP Telephony signaling
AF4x	Multimedia Conferencing	H.323/V2 Video conferencing
CS4	Real Time Interactive	Video conferencing, interactive gaming
AF3x	Multimedia Streaming	Streaming video, audio on demand
CS3	Broadcast Video	Broadcast TV, live events
AF2x	Low latency data	Client/server transactions, Web-based ordering
AF1x	High Throughput Data	Store and forward applications
CS0, DF	Standard	Undifferentiated applications
CS1	Low priority data	Any flow that has no BW assurance

draft-baker-diffserv-basic-classes-04

## Abbildung zwischen Ethernet und DSCPs

- Die Anzahl DSCPs ist sehr hoch und Netze haben oft nur wenige Möglichkeiten der Differenzierung (z.B. bei der Abbildung auf Ethernet)
- Vorschläge gibt es, um DSCPs auf 4, 6 oder 8 Aggregate abzubilden.  
draft-chan-tsvwg-diffserv-class-aggr-00
- Eine weitere Möglichkeit ist die Dienste-bezogene Abbildung.

Ethernet User Priority	Traffic Class, Service Example	DiffServ PHB
7	Network Control	CS
5 or 6	Voice or Video	EF
4	Controlled Load	AFxy
0	Best Effort	CS0 (DF)

war: draft-mcdysan-diffserv-ethernet-00.txt Dokument nicht mehr verfügbar



# IntServ und DiffServ – Vergleich

## INTSERV

- Die Ressourcen sind knapp, deshalb findet eine Reservierung statt.
- Die Qualitätsanforderungen sind hart, weshalb für den einzelnen Flow eine Reservierung stattfindet.
- Die Klassifizierung der Pakete findet in jedem Router statt.
- Jeder Router hat die Information der Flows gespeichert und behandelt die jeweiligen Pakete entsprechend.

## DIFFSERV

- Im Prinzip sind genügend Ressourcen vorhanden, man muss nur die Verkehrsströme sinnvoll zusammenfassen.
- Die Datenströme können sich in gewissen Grenzen dem Netz anpassen. Deshalb reicht eine Reservierung für zusammengefasste Verkehrsströme.
- Die Klassifizierung der Pakete findet nur am „Eingang“ eines Netzes statt.
- Die Datenpakete selbst tragen eine Prioritätsmarkierung.

# Inhalt

- Grundlagen
- Qualitätsparameter und Messverfahren
- Verfahren
  - IntServ und RSVP
  - DiffServ
  - RTP

# Qualität und Echtzeit im Internet – Methoden

- Prinzipielle Lösungen für Qualität :
  - „genügend“ Kapazität im Netz
  - Methoden der Verkehrssteuerung
  - geeignete Anpassungs-Schicht

**RTP**

**Reservierung von Ressourcen im Netz, in der Regel per Zeichengabe initiiert.**

**IntServ  
RSVP**

**Zusammenfassen der Verkehre zu Prioritätsklassen.  
In einer Erweiterung: mit Überwachung der Verkehrsklassen am Netzrand.**

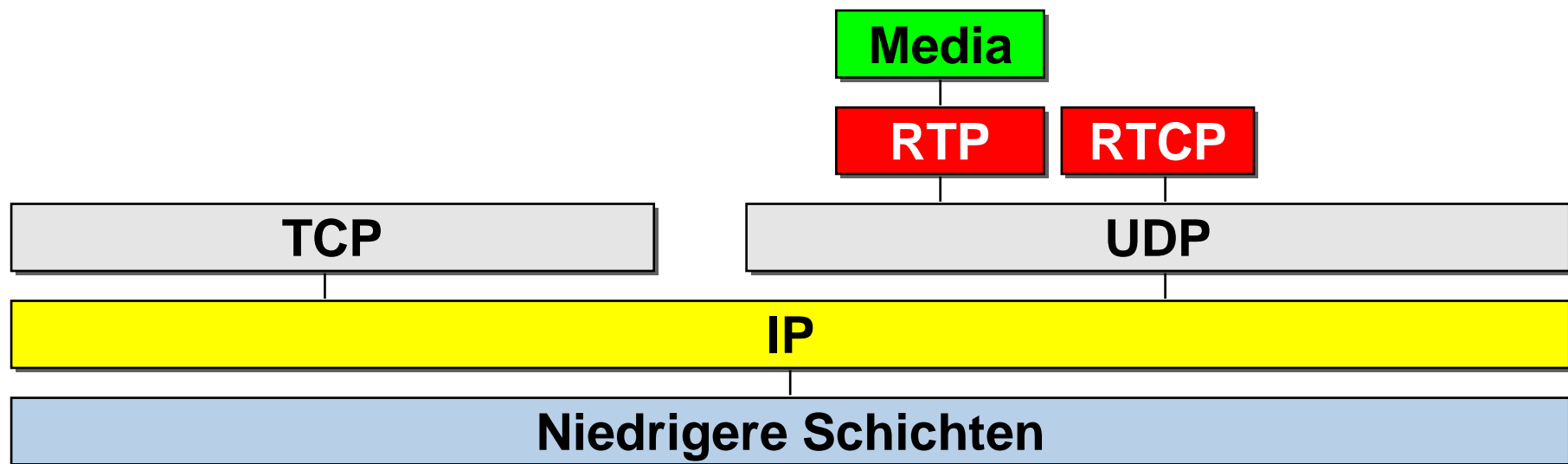
**DiffServ**

**Nutzung der Qualitäts-Eigenschaften einer Schicht 2 (z.B. ATM) durch Verknüpfung der Schicht 3 (IP) mit der Schicht 2.**

**MPLS**

# RTP und RTCP – Grundlagen

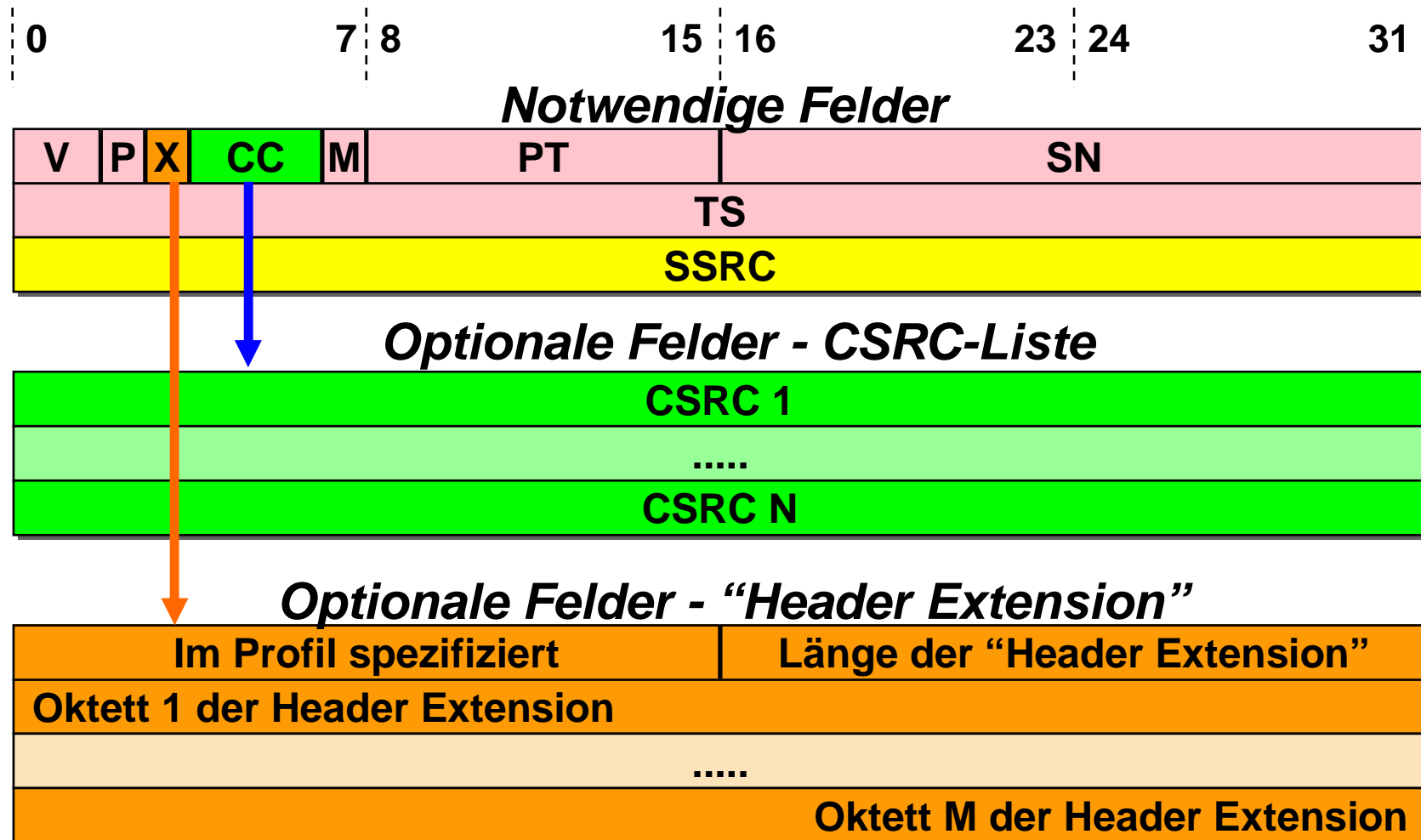
- Das Real Time Transport Protocol (RTP) ist eine Art Adaptionsschicht für Echtzeit-Verkehr.
- Das Real Time Control Protocol (RTCP) beinhaltet die zugehörige Steuerung.



# RTP – Funktionen

- Sequencing
  - sichert Paketreihenfolge und detektiert Paketverlust - realisiert mit Paketfolgezähler
- Intra-media Synchronization
  - Wiederherstellen der Zeitbeziehung zwischen Quelle und Ziel - realisiert mit Puffer und Zeitmarke (time stamp)
- Payload Identification
  - Die begleitende Informationen, z.B. über die Art der Codierung.
- Frame Indication
  - Anzeigen und Wiederherstellen der Struktur der Information.

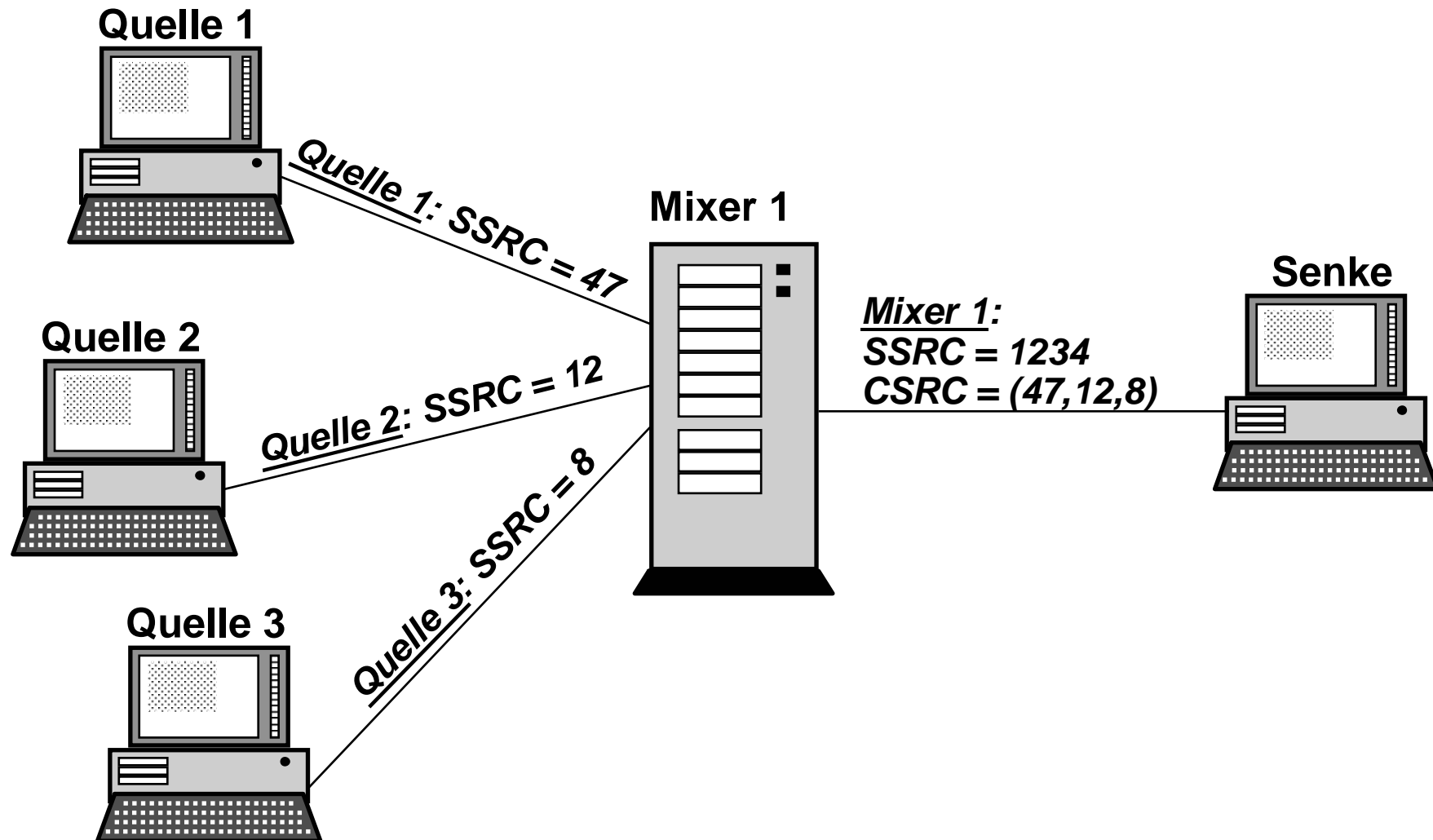
# RTP – Protokoll-Kopf



# RTP – Protokoll-Elemente

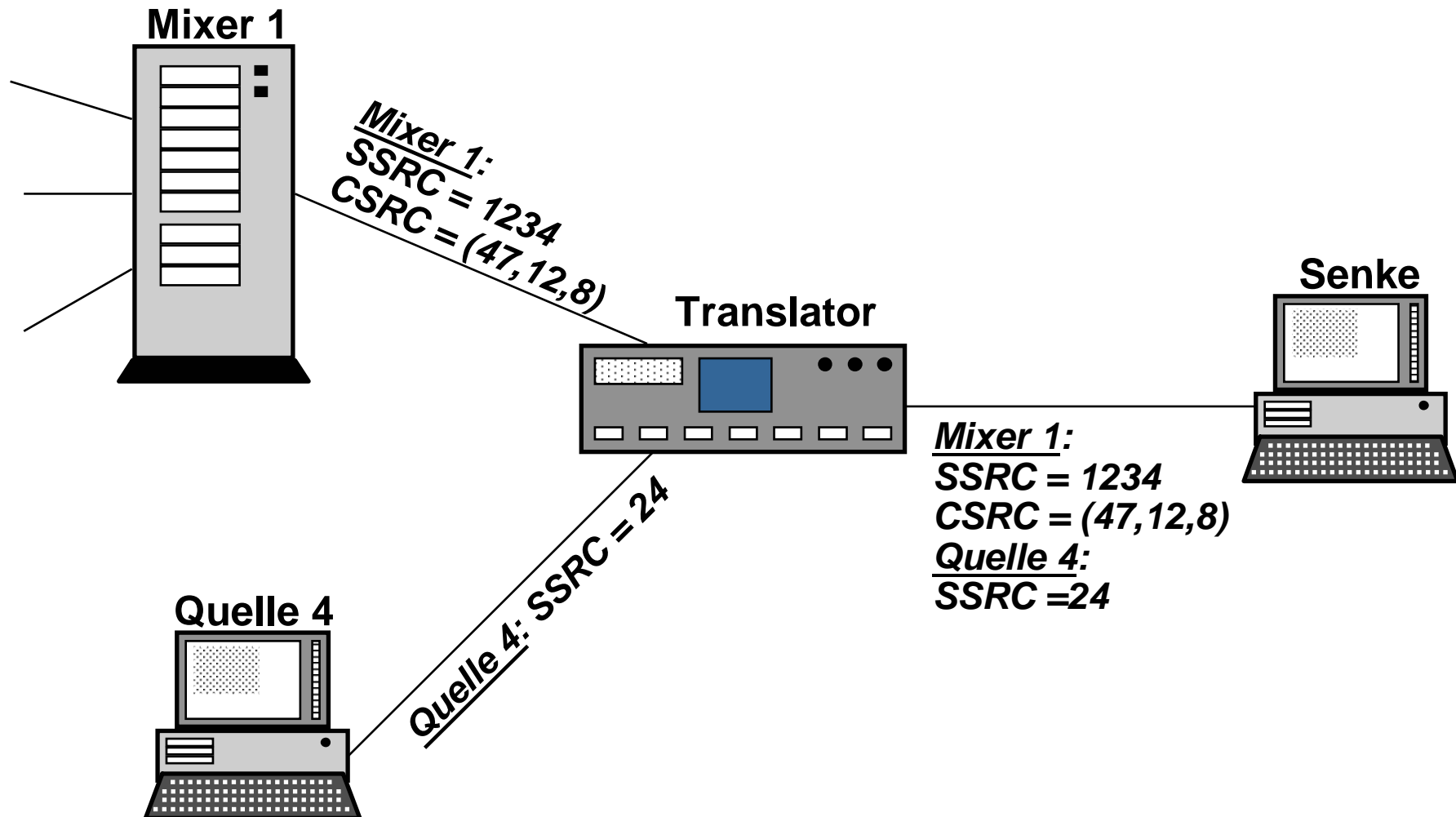
<b>PT</b>	<b>Payload Type:</b> kennzeichnet den Nutzdatentyp, z.B. welche Codierung verwendet wird (Beispiel: H.261 für Video).
<b>SN</b>	<b>Sequence Number:</b> Folgenummer zur Reihenfolgesicherung, wird mit jedem Paket um 1 erhöht.
<b>TS</b>	<b>Time Stamp:</b> Zeitmarke für die Intra-media Synchronization.
<b>SSRC</b>	<b>Synchronization Source Identifier:</b> Kennung der Synchronisationsquelle innerhalb einer RTP-Sitzung. Im Falle von Kollisionen - zwei Sessions benutzen den gleichen SSRC - findet eine Auflösung des Konfliktes statt.
<b>CSRC</b>	<b>Contributing Source Identifier:</b> Liste mit den Kennungen der an der RTP-Sitzung beteiligten Quellen. Maximal 15 Quellen können beitragen, ihre Anzahl wird im Feld „CC“ übermittelt.

# RTP – Mixer-Funktion





# RTP – Translator-Funktion



# RTCP – Funktionen

- QoS Feedback
  - Indikation des Empfängers über die empfangene Qualität (Paketverlust, Verzögerung, Verzögerungs-Schwankung)
- Inter-media Synchronization
  - Synchronisation zwischen verschiedenen Datenströmen, die zur gleichen Kommunikationsbeziehung gehören.
- Identification
  - Dient zum Austausch von Informationen, die die Beteiligten identifizieren.
- Session Control
  - Hiermit können die Beteiligten in begrenzter Form Informationen untereinander austauschen oder eine Session verlassen.

# RTCP – Nachrichten

Nachricht		Erklärung
<b>SR</b>	Sender Report (Sendeberichts-pakete)  und	Beide enthalten z.B. einen Paket-Zähler, der es erlaubt die Anzahl verlorengegangener Pakete zu bestimmen, eine Zeitmarke sowie die Sequenznummer des letzten empfangenen Paketes. Einziger Unterschied ist, daß
<b>RR</b>	Receiver Report (Empfangsberichts-pakete)	Sendeberichte von einer Instanz generiert werden, die sowohl Sender als auch Empfänger ist, Empfangsberichtspakete kommen von reinen Empfängern.
<b>SDES</b>	Source Description Items (Quellen- beschreibungs-pakete)	Enthalten den sogenannten "Canonical End-point Identifier" (CNAME). Weitere Felder z.B. Name, Telefonnummer, E-mail Adresse der beteiligten Quelle sind optional und dienen dazu, eine minimale Steuerung der RTP-Sitzung zu erlauben.
<b>APP</b>	Application Specific Functions (Anwen- dungsspezifische Pakete)	...wie der Name sagt...
<b>BYE</b>	Goodbye-Pakete	Werden gesendet, wenn ein Teilnehmer eine RTP-Sitzung verlassen will (ein Teilnehmer wird auch getrennt, wenn er in einem gewissen Zeitraum kein RTCP-Paket mehr gesendet hat).



# ENDE

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Harald Orlamünder  
harald.orlamuender@t-online.de