



## Alternative Transport Layer Protokolle

Christian Mehlis  
Freie Universität Berlin

Proseminar Technische Informatik, 2010

## Transportprotokolle

- Aufgaben der Transportschicht
- Transmission Control Protocol
- User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

- Warum überhaupt Alternativen?
- Stream Control Transmission Protocol
- Datagram Congestion Control Protocol
- Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

- Netzwerkstatus
- Probleme

## Transportprotokolle

### Aufgaben der Transportschicht

Transmission Control Protocol

User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

Warum überhaupt Alternativen?

Stream Control Transmission Protocol

Datagram Congestion Control Protocol

Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

Netzwerkstatus

Probleme

- ▶ Ein ein Byte breites Feld im IP-Header zeigt das verwendete Transportprotokoll an.
- ▶ Max.  $2^8 - 1 = 255$  verschiedene Transportprotokolle möglich.
- ▶ Zentral von der IANA vergeben (auf Antrag).
- ▶ Beispiel: Port 80 ist HTTP über TCP (und SCTP).

0	3	4	7	8	15	16	18	19	31
version	ihl		type of service			total length			
identification					flags	fragment offset			
ttl		protocol			header checksum				
source IP address									
destination IP address									
options (if any)									
payload ⋮									

- ▶ Das Protokollfeld zeigt das verwendete Transportprotokoll an

## Transportprotokolle

Aufgaben der Transportschicht

**Transmission Control Protocol**

User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

Warum überhaupt Alternativen?

Stream Control Transmission Protocol

Datagram Congestion Control Protocol

Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

Netzwerkstatus

Probleme

- ▶ Ende zu Ende Verbindung

- ▶ Ende zu Ende Verbindung
- ▶ Garantien
  - ▶ Reihenfolge der Segmente



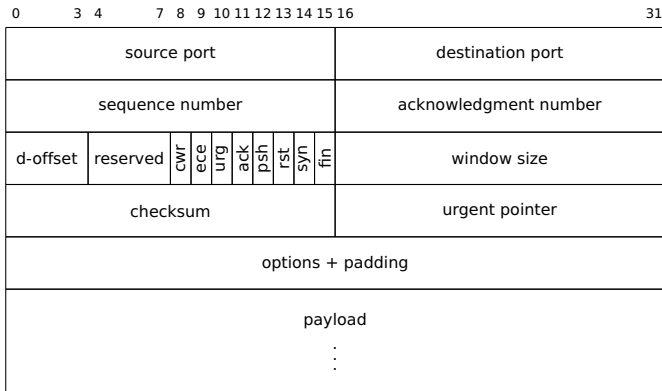
- ▶ Ende zu Ende Verbindung
- ▶ Garantien
  - ▶ Reihenfolge der Segmente
  - ▶ Neuübertragung bei Verlust

- ▶ Ende zu Ende Verbindung
- ▶ Garantien
  - ▶ Reihenfolge der Segmente
  - ▶ Neuübertragung bei Verlust
  - ▶ keine doppelten Segmente an die Anwendungsschicht

- ▶ Ende zu Ende Verbindung
- ▶ Garantien
  - ▶ Reihenfolge der Segmente
  - ▶ Neuübertragung bei Verlust
  - ▶ keine doppelten Segmente an die Anwendungsschicht
- ▶ 3-Wege-Handshake

- ▶ Ende zu Ende Verbindung
- ▶ Garantien
  - ▶ Reihenfolge der Segmente
  - ▶ Neuübertragung bei Verlust
  - ▶ keine doppelten Segmente an die Anwendungsschicht
- ▶ 3-Wege-Handshake
- ▶ Stau- und Flusskontrolle

# Transmission Control Protocol (TCP) Header



- ▶ TCP Header wie er in IP verwendet wird

## Transportprotokolle

Aufgaben der Transportschicht

Transmission Control Protocol

User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

Warum überhaupt Alternativen?

Stream Control Transmission Protocol

Datagram Congestion Control Protocol

Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

Netzwerkstatus

Probleme

- ▶ Paketsemantik

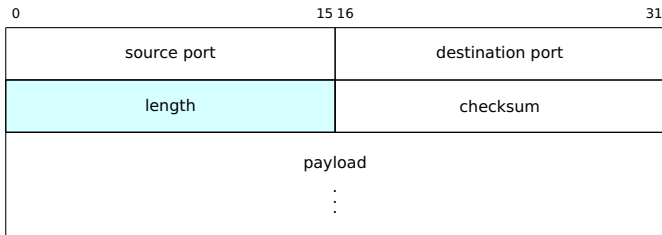
- ▶ Paketsemantik
- ▶ keine Garantien wie bei TCP, nur Adressieren über Ports



- ▶ Paketsemantik
- ▶ keine Garantien wie bei TCP, nur Adressieren über Ports
- ▶ kein Handshake, Pakete werden einfach abgeschickt

- ▶ Paketsemantik
- ▶ keine Garantien wie bei TCP, nur Adressieren über Ports
- ▶ kein Handshake, Pakete werden einfach abgeschickt
- ▶ keine Stau- und Flusskontrolle

# User Datagram Protocol (UDP) Header



## Transportprotokolle

Aufgaben der Transportschicht  
Transmission Control Protocol  
User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

**Warum überhaupt Alternativen?**

Stream Control Transmission Protocol  
Datagram Congestion Control Protocol  
Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

Netzwerkstatus  
Probleme

- ▶ TCP schlecht für Live-Medienübertragungen geeignet
  - ▶ Retransmissions und Flusskontrolle

- ▶ TCP schlecht für Live-Medienübertragungen geeignet
  - ▶ Retransmissions und Flusskontrolle
- ▶ UDP besitzt keine Staukontrolle

- ▶ TCP schlecht für Live-Medienübertragungen geeignet
  - ▶ Retransmissions und Flusskontrolle
- ▶ UDP besitzt keine Staukontrolle
- ▶ Beide besitzen keine Fehlertoleranz
  - ▶ mobile Hosts z.B. IEEE802.11

## Transportprotokolle

Aufgaben der Transportschicht  
Transmission Control Protocol  
User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

Warum überhaupt Alternativen?  
**Stream Control Transmission Protocol**  
Datagram Congestion Control Protocol  
Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

Netzwerkstatus  
Probleme



- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig

- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional

- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional
- ▶ Staukontrolle sorgt für TCP-fairnes

- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional
- ▶ Staukontrolle sorgt für TCP-fairnes
- ▶ ordered- oder unordered-Transport

- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional
- ▶ Staukontrolle sorgt für TCP-fairnes
- ▶ ordered- oder unordered-Transport
- ▶ Paketsemantik (wie UDP)

- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional
- ▶ Staukontrolle sorgt für TCP-fairnes
- ▶ ordered- oder unordered-Transport
- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Streams

- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional
- ▶ Staukontrolle sorgt für TCP-fairnes
- ▶ ordered- oder unordered-Transport
- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Streams
- ▶ Multihoming

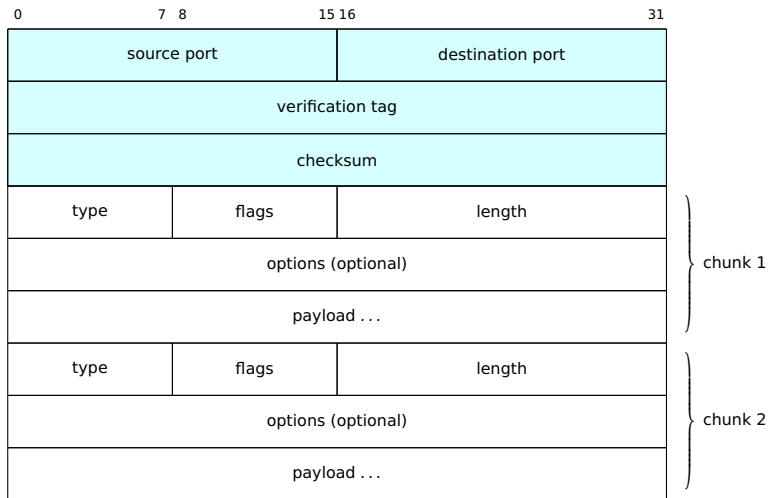
- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional
- ▶ Staukontrolle sorgt für TCP-fairnes
- ▶ ordered- oder unordered-Transport
- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Streams
- ▶ Multihoming
- ▶ CRC32 als Prüfsumme



## Eigenschaften von SCTP

- ▶ Transport zuverlässig oder unzuverlässig
- ▶ Flusskontrolle optional
- ▶ Staukontrolle sorgt für TCP-fairnes
- ▶ ordered- oder unordered-Transport
- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Streams
- ▶ Multihoming
- ▶ CRC32 als Prüfsumme
- ▶ 4-Wege-Handshake - keine halboffenen Verbindungen

# Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Header



## Transportprotokolle

Aufgaben der Transportschicht  
Transmission Control Protocol  
User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

Warum überhaupt Alternativen?  
Stream Control Transmission Protocol  
**Datagram Congestion Control Protocol**  
Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

Netzwerkstatus  
Probleme

- ▶ Paketsemantik (wie UDP)

- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Anwendungsfeld: Echtzeit-Unicast-Übertragungen

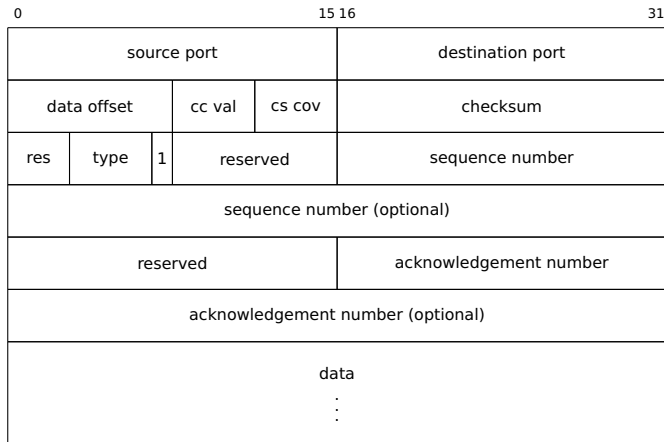
- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Anwendungsfeld: Echtzeit-Unicast-Übertragungen
- ▶ Congestion Control Framework

- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Anwendungsfeld: Echtzeit-Unicast-Übertragungen
- ▶ Congestion Control Framework
- ▶ unzuverlässige Übertragung
  - ▶ zuverlässiger 3-Wege-Handshake

- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Anwendungsfeld: Echtzeit-Unicast-Übertragungen
- ▶ Congestion Control Framework
- ▶ unzuverlässige Übertragung
  - ▶ zuverlässiger 3-Wege-Handshake
- ▶ Path MTU discovery



- ▶ Paketsemantik (wie UDP)
- ▶ Anwendungsfeld: Echtzeit-Unicast-Übertragungen
- ▶ Congestion Control Framework
- ▶ unzuverlässige Übertragung
  - ▶ zuverlässiger 3-Wege-Handshake
- ▶ Path MTU discovery
- ▶ keine Flusskontrolle, keine Streams, kein Multicast



- ▶ Sequenznummer 16 oder 48 Bit breit
- ▶ CRC32-Prüfsumme

## Transportprotokolle

Aufgaben der Transportschicht  
Transmission Control Protocol  
User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

Warum überhaupt Alternativen?  
Stream Control Transmission Protocol  
Datagram Congestion Control Protocol  
**Lightweight User Datagram Protocol**

## Real World

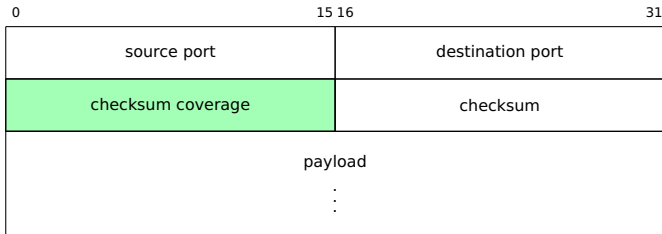
Netzwerkstatus  
Probleme

- ▶ Fehlertollerante Anwendungen

- ▶ Fehlertollerante Anwendungen
- ▶ an UDP orientiert

- ▶ Fehlertollerante Anwendungen
- ▶ an UDP orientiert
- ▶ Längenfeld aus UDP wird als CsCov benutzt

- ▶ Fehlertollerante Anwendungen
- ▶ an UDP orientiert
- ▶ Längenfeld aus UDP wird als CsCov benutzt
- ▶ bei Medienübertragungen häufig kritische und unkritische Daten
  - ▶ Metainformationen und Mediendaten
  - ▶ Bitfehler besser als das ganze Paket zu verlieren



- ▶ Das „**checksum coverage**“-Feld gibt den Bereich des Pakets an, den die Prüfsumme abdeckt.



# Leitfaden

## Transportprotokolle

- Aufgaben der Transportschicht
- Transmission Control Protocol
- User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

- Warum überhaupt Alternativen?
- Stream Control Transmission Protocol
- Datagram Congestion Control Protocol
- Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

- Netzwerkstatus**
- Probleme

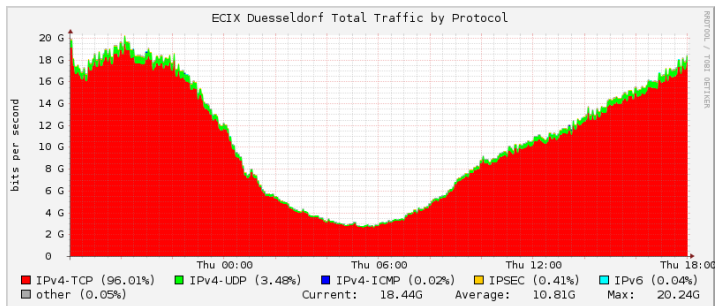


Abbildung: Traffic von 59 autonomen Systemen (AS), am ECIX (Düsseldorf).

## Transportprotokolle

Aufgaben der Transportschicht  
Transmission Control Protocol  
User Datagram Protocol

## Alternative Transportprotokolle

Warum überhaupt Alternativen?  
Stream Control Transmission Protocol  
Datagram Congestion Control Protocol  
Lightweight User Datagram Protocol

## Real World

Netzwerkstatus  
Probleme

- ▶ Unterstützung in den Betriebssystemen

- ▶ Unterstützung in den Betriebssystemen
- ▶ Bekanntheit bei den Programmieren

- ▶ Unterstützung in den Betriebssystemen
- ▶ Bekanntheit bei den Programmieren
- ▶ Henne-Ei-Problem

- ▶ Unterstützung in den Betriebssystemen
- ▶ Bekanntheit bei den Programmieren
- ▶ Henne-Ei-Problem
- ▶ Home-Router mit NAT

- ▶ **Transportprotokolle** adressieren Prozesse auf Hosts.
- ▶ Neben **TCP** existieren weitere Transportprotokolle wie **SCTP** oder **UDPLite**.
- ▶ **SCTP** bietet Streams, 4-Wege-Handshake und CRC32
- ▶ **DCCP** bietet Congestion Control
- ▶ **UDPLite** bietet variable Prüfsummen
  
- ▶ Alternative Transportprotokolle:
  - ▶ Verbreitung gering
  - ▶ Probleme wie Firewalls, NAT und mangelnde Unterstützung in den Betriebssystemen
  - ▶ IPv6 als **Chance?**



## Zum Weiterlesen I




- 

Jörg Widmer, Robert Denda, and Martin Mauve.  
 A survey on tcp-friendly congestion control.  
*IEEE Network*, 15:28–37, 2001.
- 

Prasun Sinha, Thyagarajan Nandagopal, Narayanan Venkitaraman, Raghupathy Sivakumar, and Vaduvur Bharghavan.  
 Wtcp: A reliable transport protocol for wireless wide-area networks.  
*Wirel. Netw.*, 8(2/3):301–316, 2002.
- 

L. Ong and J. Yoakum.  
 An Introduction to the Stream Control Transmission Protocol (SCTP).  
 RFC 3286 (Informational), May 2002.
- 

Andreas Jungmaier, Erwin P. Rathgeb, Michael Schopp, and Michael Tüxen.  
 Sctp - a multi-link end-to-end protocol for ip-based networks.  
*AEU - International Journal of Electronics and Communications*,  
 55(1):46 – 54, 2001.

-  **Phill Conrad Randall Stewart.**  
Sctp: An overview.  
*In Stream Control Transmission Protocols (SCTP): A Reference Guide,*  
2004.
-  **Stephen Pink Lars-Ake Larzon, Mikael Degermark.**  
Udp lite for real time multimedia applications.  
published via Hewlett-Packard, 1999.
-  **L-A. Larzon, M. Degermark, S. Pink, L-E. Jonsson, and G. Fairhurst.**  
The Lightweight User Datagram Protocol (UDP-Lite).  
RFC 3828 (Proposed Standard), July 2004.