

# Next Generation Internet

## 8. Neuere Transportprotokolle

INSTITUT FÜR TELEMATIK



KIT – Universität des Landes Baden-Württemberg und  
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

# Überblick Kapitel 8

## I. Einführung

1. Einführung

## II. Internet-Architektur

2. Internet-Architektur
3. NAT & IPv6
4. Dienstgüte

## III. Multicast

5. Grundlagen
6. Multicast Routing
7. Multicast Transport

## IV. Flexible Dienste und Selbstorganisation

8. Neuere Transportprotokolle
9. Aktive Netze
10. Peer-to-Peer

- 8.1 SCTP  
(Stream Control Transmission Protocol)
  - 8.2 DCCP  
(Datagram Congestion Control Protocol)

## 8.1 SCTP Motivation



### ■ Stream Control Transmission Protocol (SCTP)

#### ■ Motivation



[RFC4960]

- Ursprüngliches Ziel: Signalisierung im Telefonnetz (SS7) über IP transportieren
- Anforderungen an Signalisierung
  - geringe Verzögerung
  - hohe Ausfallsicherheit
- TCP erfüllt Anforderungen nur unzureichend
  - strikte Reihenfolgeerhaltung nur für Teil der Nachrichten notwendig (Head-of-Line Blocking erhöht Verzögerung)
  - Bytestromorientierung evtl. ungünstig für Nachrichten
  - fehlende Unterstützung für (Host-)Multihoming
  - Anfälligkeit gegen Denial-of-Service (SYN Floods)

3

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://itm.kit.edu/>

- Signalisierungstransport hat bestimmte Anforderungen, die TCP nicht erfüllen kann (vor allem bezüglich strenger Zeitanforderungen und Ausfallsicherheit)
- Beschränkungen von TCP:
  - Strikte Reihenfolge der Daten – wie von TCP erbracht – ist für Signalisierung nicht erforderlich (nur für bestimmte Teilsequenzen, z.B. für Nachrichten die zu ein und dem selbem Ruf gehören), sonst Head-of-Line Blocking möglich → erhöhte Verzögerung
  - Bytestromorientierte vs. nachrichtenorientierte Arbeitsweise, d.h. TCP schickt u.U. nur Teile der Nachricht, die erst wieder zusammengesetzt werden müssen → erhöhte Verzögerung
  - Kein Multihoming-Support (z.B. mehrere Schnittstelle beim Endsystem) → geringere Ausfallsicherheit
  - TCP ist anfällig gegen Denial-of-Service-Angriffe (SYN-Floods) → geringere Ausfallsicherheit

## SCTP Merkmale



### ■ Eigenschaften

- Nachrichtenorientiert
- Erlaubt teilweise Umordnung der Daten
- Unterstützung für Mehrfachanbindung/Multi-homing
- Erweiterbarkeit (einfache Integration neuer Chunk-Typen)

### ■ Protokollmechanismen

- 4-Wege-Verbindungsaufbau zur Verhinderung von Denial-of-Service-Angriffen
- Segmentieren, Reassemblieren, Bundling
- Staukontrolle
- kreditbasierte Flusskontrolle
- Selektive Quittungen

4

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle

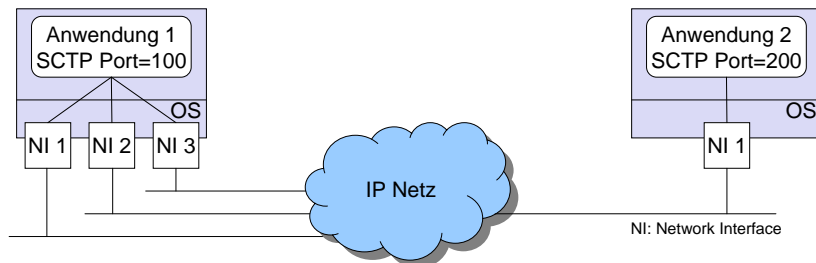


Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://itm.kit.edu/>

## SCTP Adressierungs-Konzepte



- SCTP Transportadresse= IP-Unicast-Adresse + SCTP Port
- **SCTP Endpoint**
  - logischer Kommunikationsendpunkt [141.3.72.42:100]
  - Multi-homed SCTP-Endpoints z.B. [141.3.72.42,129.13.10.60:100]
- **SCTP Association**
  - Kommunikationsbeziehung zwischen zwei Endpunkten, z.B. {[141.3.72.42,129.13.10.60,161.10.8.56:100:100]:[128.33.5.6:200]}
  - Ergebnis einer erfolgreichen Aufbauprozedur zum Austausch von Zustandsdaten zur Etablierung eines Verbindungskontextes



5

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://itm.kit.edu/>

## SCTP Streams



- Innerhalb SCTP-**Association**: Unterscheidung von bis zu 65536 (unidirektionalen) **Streams**
- Innerhalb eines jeden **Streams**: Auslieferung der Nachrichten **zuverlässig und reihenfolgegetreu**
- Head-of-Line-blocking innerhalb eines Streams betrifft andere Streams nicht → Innerhalb einer Association also nur teilweise reihenfolgegetreu

6

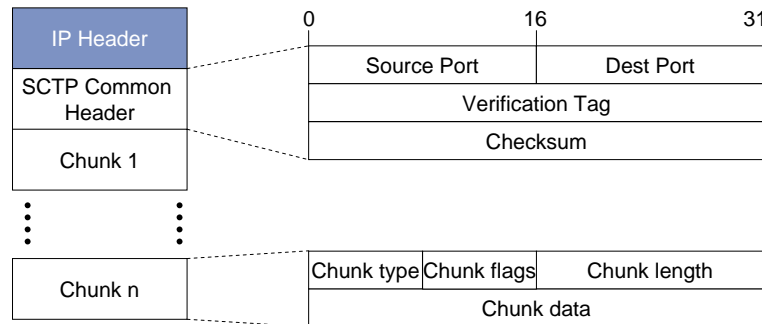
Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://itm.kit.edu/>

- Beispielsweise kann man die Signalisierung zwischen zwei Knoten so in Streams aufteilen, dass Sitzungen (z.B. Telefonanrufe), die unabhängig voneinander sind auch jeweils auf verschiedene Streams verteilt werden.

## SCTP Paketformate



Chunk Typen:

- Daten: DATA,
- Kontrolle: INIT, INIT-ACK, SACK, HEARTBEAT, HEARTBEAT-ACK, ABORT, SHUTDOWN, ERROR, COOKIE-ECHO, COOKIE-ACK, ECNE (ECN-ECHO), CWR (Congestion Window Reduced), SHUTDOWN-COMPLETE
- Control-Chunks stehen immer vor Daten-Chunks

7

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



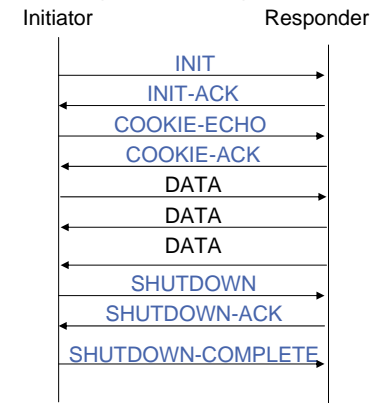
Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
http://tm.kit.edu/

- Prüfsumme ist CRC-32

## SCTP-Verbindungsaufbau



### Weg-Zeit-Diagramm



- **Init** enthält mind. Initiation Tag, Receive Window Credit, Outbound Streams, Max Inbound Streams, Initial TSN, optional: NI-Adressen
- **Init-ACK** enthält zusätzlich State-Cookie
- **Cookie-Echo** schickt State-Cookie zurück
- **Cookie-ACK** bestätigt Empfang des Cookie-Echo Chunks
- Cookie-Echo und Cookie-ACK können zusätzlich Daten-Chunks enthalten

8

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle






Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
http://tm.kit.edu/

- Cookie-Mechanismus verhindert DoS-Angriffe: auf Responder-Seite muss kein temporärer Kontext für den Verbindungsaufbau gehalten werden. Diese Daten werden im Cookie gehalten und wieder zum Initiator übertragen, der sie dann im Cookie-Echo wieder vorweisen muss.

## SCTP Ausblick



- NAT Traversal erschwert SCTP-Einsatz
  - UDP-Kapselung als Ausweg?
- PR-SCTP: Partial Reliable Extension  [RFC3758]
  - es kann pro Nachricht festgelegt werden, wie zuverlässig sie übertragen werden soll
  - neuer Chunk-Typ FORWARD TSN, zeigt an, dass Empfänger seinen Quittungsnummer
  - ermöglicht Mischen von zuverlässiger und unzuverlässiger Übertragung innerhalb einer Assoziation
- Authenticated Chunk (AUTH)  [RFC4895]
- Address Change (ADD-IP)  [RFC5061]

9

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://itm.kit.edu/>


## 8.2 DCCP Motivation (1)



### ■ Datagram Congestion Control Protocol (DCCP)



[RFC4340]

- Motivation  [RFC4336]
  - Zunahme **langlebigerer Streaming-Anwendungen** ist zu erwarten
  - Beispielsweise Video-on-Demand, Voice over IP, Online-Spiele, etc.
  - Diese benutzen üblicherweise **UDP** wegen Anforderung an niedrige Verzögerung
    - Rechtzeitigkeit wichtiger als Zuverlässigkeit
    - TCP-Pakete weisen oft lange Verzögerung aufgrund Übertragungswiederholung und Erhaltung der Reihenfolgetreue auf
  - UDP verfügt aber über keine Staukontrollmechanismen  
→ **Staukollaps** droht

10

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://itm.kit.edu/>

- Szenario: stundenlange Telefonate oder Anschauen von Filmen nehmen zu.

## DCCP Motivation (2)



- Staukontrolle in Anwendungen korrekt zu implementieren ist nicht einfach
- Standardisierte Möglichkeit für Rückmeldung und Aushandlung der **ECN-Nutzung** fehlt
- Möglichkeit zur Auswahl TCP-freundlicher Staukontrollmechanismen
  - Fensterbasierte Flusskontrolle nicht immer optimal für alle Anwendungen

11

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle





Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://tm.kit.edu/>

- ECN: Explicit Congestion Notification

## DCCP Merkmale



- Gesicherter Verbindungsaufbau mit 3-Wege-Handshake
  - erlaubt Aushandlung von Protokollmerkmalen
  - Init-Cookie-Option zur Verhinderung von DoS-Angriffen
- Unzuverlässiger Dienst aber mit Staukontrolle
  - Staukontrollmechanismus wählbar
    - TCP-like Congestion Control  [RFC4341]
    - TCP-friendly Rate Control  [RFC4348]
  - Nutzung des ECN-Verfahrens
  - Keine Flusskontrolle (Wieso?)
- Niedriger Zusatzaufwand (DCCP-Kopf: 12 Bytes statt 8 Bytes UDP)
- Sequenznummern zählen Pakete, nicht Bytes
- Unterscheidung der Ursachen für Paketverlust

12

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



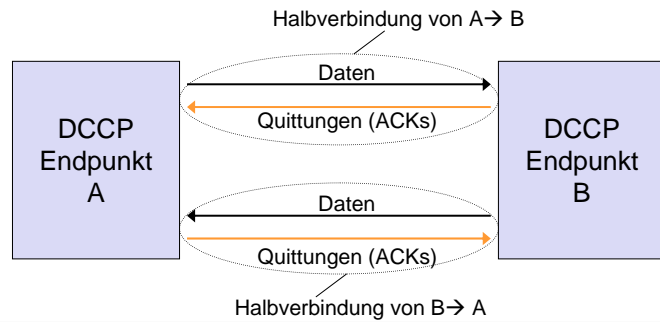
Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
<http://tm.kit.edu/>

- Niedriger Overhead wichtig für kleine Pakete wie z.B. VoIP-Pakete

## DCCP-Verbindungen



- DCCP ist **verbindungsorientiert!**
- Ein Endpunkt initiiert die Verbindung aktiv (=Client), Server ist passiv
- DCCP-Verbindungen sind bidirektional, bestehen logisch aus zwei Halbverbindungen (praktisch Überlappung durch DCCP-DataAcks)



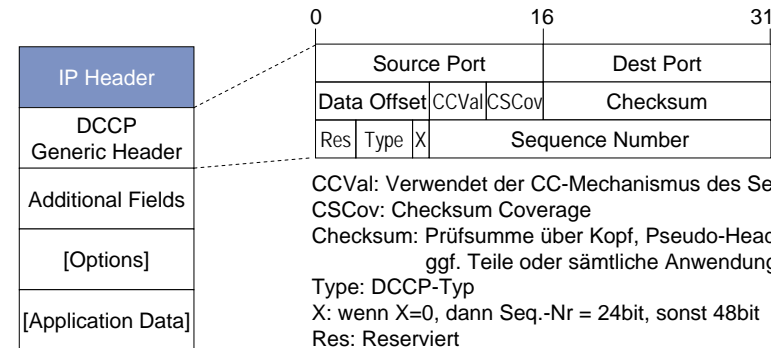
13

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
http://itm.kit.edu/

## DCCP Paketformat



### ■ 10 verschiedene Pakettypen:

- DCCP-Request
- DCCP-Response
- DCCP-Data
- DCCP-Ack
- DCCP-DataAck
- DCCP-CloseReq
- DCCP-Close
- DCCP-Reset
- DCCP-Sync
- DCCP-SyncAck: Resynchronisation der Sequenznummern nach größeren Bündelverlusten

14

Next Generation Internet SS2010 – 8. Neuere Transportprotokolle



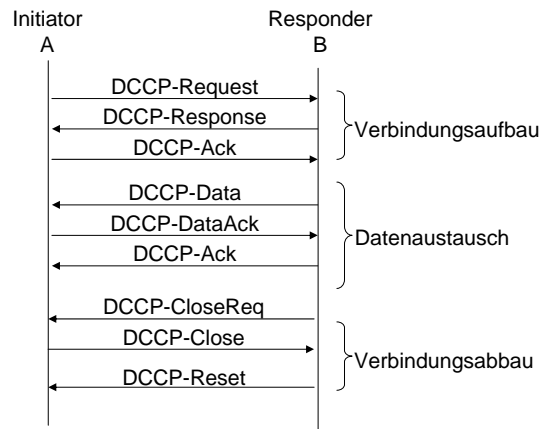
Institut für Telematik, Fakultät für Informatik  
http://itm.kit.edu/

- DCCP-Kopf kann mit umfangreichen Optionen 1020 Bytes umfassen

## DCCP Verbindungsverwaltung



### ■ Weg-Zeit-Diagramm



- Sofortige Quittierung (sobald Optionen verarbeitet)
- Kein Empfangsfenster (warum nicht?)
- Kein gleichzeitiger Verbindungsaufbau
- Keine halbgeschlossenen Zustände wie bei TCP

## 8.3 Aufgaben



1. Weshalb ist TCP für den Transport von Signalisierungsnachrichten nicht so gut geeignet?
2. Was ist eine SCTP-Assoziation?
3. Was zeichnet einen SCTP Stream aus?
4. Wie verhindert SCTP Denial-of-Service-Angriffe?
5. Für welche Anwendungen wird DCCP benötigt?
6. Weshalb gibt es bei DCCP keine Flusskontrolle?
7. Wie hoch ist der Zusatzaufwand im Vergleich zu UDP?
8. Welche Staukontrollalgorithmen werden durch DCCP unterstützt?



## 8.4 Literatur



- [StXi02] R. Stewart, Q. Xie: Stream Control Transmission Protocol (SCTP), Addison-Wesley, 2002
- [RFC 3758] R. Stewart, M. Ramalho, Q. Xie, M. Tuexen und P. Conrad. Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Partial Reliability Extension. RFC 3758 (Proposed Standard), Mai 2004. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3758.txt>.
- [RFC 4336] S. Floyd, M. Handley und E. Kohler. Problem Statement for the Datagram Congestion Control Protocol (DCCP). RFC 4336 (Informational), März 2006. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4336.txt>
- [RFC 4340] E. Kohler, M. Handley und S. Floyd. Datagram Congestion Control Protocol (DCCP). RFC 4340 (Proposed Standard), März 2006. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4340.txt>
- [RFC 4895] M. Tuexen, R. Stewart, P. Lei und E. Rescorla. Authenticated Chunks for the Stream Control Transmission Protocol (SCTP). RFC 4895 (Proposed Standard), August 2007. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4895.txt>.



## Literatur



- [RFC 4960] R. Stewart (Editor). Stream Control Transmission Protocol. RFC 4960 (Proposed Standard), September 2007. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc4960.txt>
- [RFC 5061] R. Stewart, Q. Xie, M. Tuexen, S. Maruyama und M. Kozuka. Stream Control Transmission Protocol (SCTP) Dynamic Address Reconfiguration. RFC 5061 (Proposed Standard), September 2007. URL: <http://www.ietf.org/rfc/rfc5061.txt>.

