

Systeme II



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Christian Schindelhauer

Sommersemester 2006

16. Vorlesung

29.06.2006

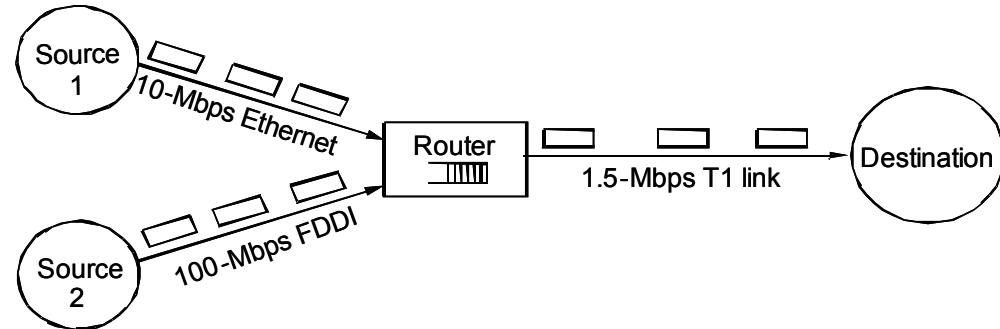
schindel@informatik.uni-freiburg.de



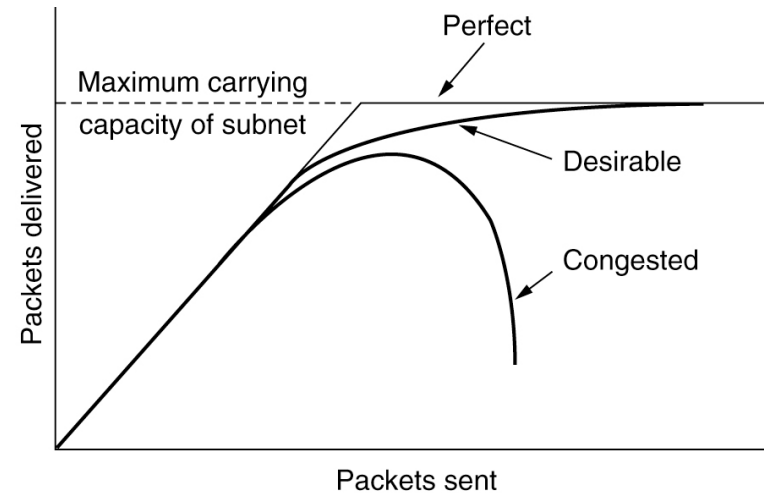
Congestion Control

Stauvermeidung

- Jedes Netzwerk hat eine eingeschränkte Übertragungsbandbreite



- Wenn mehr Daten in das Netzwerk eingeleitet werden, führt das zum
 - Datenstau (Congestion) oder gar
 - Netzwerkzusammenbruch (*congestive collapse*)
- Folge: Datepakete werden nicht ausgeliefert





Taktik der Schichten

➤ Transport

- muss gewisse Flusskontrolle gewährleisten
- z.B. Fairness zwischen gleichzeitigen Datenströmen

➤ Vermittlung

- Quality of Service (virtuelles Circuit Switching)

➤ Sicherung

- Flusskontrolle zur Auslastung des Kanals

Layer	Policies
Transport	<ul style="list-style-type: none">• Retransmission policy• Out-of-order caching policy• Acknowledgement policy• Flow control policy• Timeout determination
Network	<ul style="list-style-type: none">• Virtual circuits versus datagram inside the subnet• Packet queueing and service policy• Packet discard policy• Routing algorithm• Packet lifetime management
Data link	<ul style="list-style-type: none">• Retransmission policy• Out-of-order caching policy• Acknowledgement policy• Flow control policy



Anforderungen an Congestion Control

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

➤ Effizienz

- Verzögerung klein
- Durchsatz hoch

➤ Fairness

- Jeder Fluss bekommt einen fairen Anteil
- Priorisierung möglich
 - gemäß Anwendung
 - und Bedarf



Mittel der Stauvermeidung

➤ **Erhöhung der Kapazität**

- Aktivierung weiterer Verbindungen, Router
- Benötigt Zeit und in der Regel den Eingriff der Systemadministration

➤ **Reservierung und Zugangskontrolle**

- Verhinderung neuen Verkehrs an der Kapazitätsgrenze
- Typisch für (Virtual) Circuit Switching

➤ **Verringerung und Steuerung der Last**

- (Dezentrale) Verringerung der angeforderten Last bestehender Verbindungen
- Benötigt Feedback aus dem Netzwerk
- Typisch für Packet Switching
 - wird in TCP verwendet



Orte und Maße

➤ Router oder Host-orientiert

- Messpunkt (wo wird der Stau bemerkt)
- Steuerung (wo werden die Entscheidungen gefällt)
- Aktion (wo werden Maßnahmen ergriffen)

➤ Fenster-basiert oder Raten-basiert

- Rate: x Bytes pro Sekunde
- Fenster: siehe Fenstermechanismen in der Sicherungsschicht
 - wird im Internet verwendet



Routeraktion: Paket löschen

- **Bei Pufferüberlauf im Router**
 - muss (mindestens) ein Paket gelöscht werden
- **Das zuletzt angekommene Paket löschen (*drop-tail queue*)**
 - Intuition: “Alte” Pakete sind wichtiger als neue (Wein)
 - z.B. für go-back-n-Strategie
- **Ein älteres Paket im Puffer löschen**
 - Intuition: Für Multimedia-Verkehr sind neue Pakete wichtiger als alte (Milch)



Paketverlust erzeugt implizites Feedback

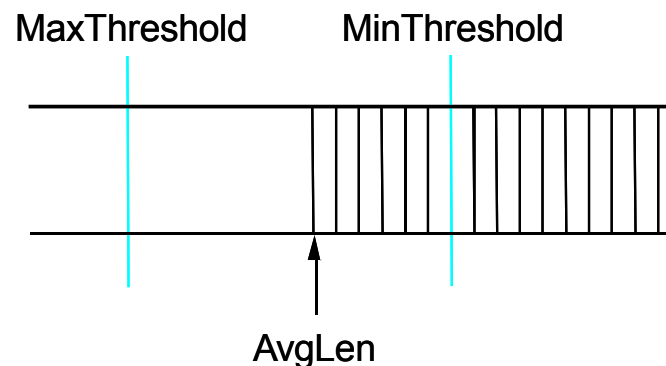
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

- **Paketverlust durch Pufferüberlauf im Router erzeugt Feedback in der Transportschicht beim Sender durch ausstehende Bestätigungen**
 - Internet
- **Annahme: Paketverlust wird hauptsächlich durch Stau ausgelöst**
- **Maßnahme:**
 - Transport-Protokoll passt Senderate an die neue Situation an



Proaktive Methoden

- **Pufferüberlauf deutet auf Netzwerküberlast hin**
- **Idee: Proaktives Feedback = Stauvermeidung (*Congestion avoidance*)**
 - Aktion bereits bei kritischen Anzeigewerten
 - z.B. bei Überschreitung einer Puffergröße
 - z.B. wenn kontinuierlich mehr Verkehr eingeht als ausgeliefert werden kann
 - ...
 - Router ist dann in einem Warn-Zustand





Proactive Aktion: Pakete drosseln (Choke packets)

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Institut für Informatik
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

- **Wenn der Router in dem Warnzustand ist:**
 - Sendet er Choke-Pakete (Drossel-Pakete) zum Sender
- **Choke-Pakete fordern den Sender auf die Sende-Rate zu verringern**

- **Problem:**
 - Im kritischen Zustand werden noch mehr Pakete erzeugt
 - Bis zur Reaktion beim Sender vergrößert sich das Problem



Proaktive Aktion: Warnbits

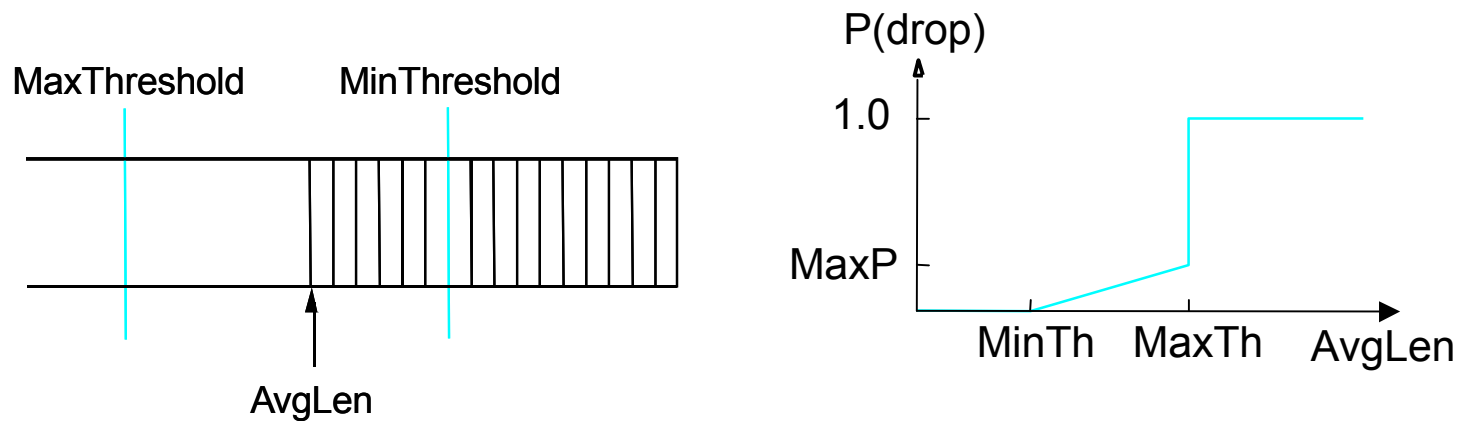
- **Wenn der Router in dem Warnzustand ist:**
 - Sendet er Warn-Bits in allen Paketen zum Ziel-Host

- **Ziel-Host sendet diese Warn-Bits in den Bestätigungs-Bits zurück zum Sender**
 - Quelle erhält Warnung und reduziert Sende-Rate



Proaktive Aktion: Random early detection (RED)

- Verlorene Pakete werden als Indiz aufgefasst
- Router löschen Pakete willkürlich im Warnzustand
- Löschrage kann mit der Puffer-Größe steigen





Reaktion des Senders

➤ Raten-basierte Protokolle

- Reduzierung der Sende-Rate
- Problem: Um wieviel?

➤ Fenster-basierte Protokolle:

- Verringerung des Congestion-Fensters
- z.B. mit AIMD (additive increase, multiplicative decrease)

Ende der 16. Vorlesung



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Rechnernetze und Telematik
Prof. Dr. Christian Schindelhauer

Systeme II
Christian Schindelhauer
schindel@informatik.uni-freiburg.de