

## Übungsblatt 4: Verzögerungen und Flusskontrolle

### Übung

#### Aufgabe 1      Ausbreitungs- vs. Serialisierungsverzögerung

Zwei Rechner A und B sind durch ein 2 km langes Netzkabel direkt miteinander verbunden. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Signalen auf dem Kommunikationsmedium (Kabel) beträgt 200.000 km/s. Rechner A versendet Datenpakete mit der festen Größe von 1500 Byte (12.000 Bit) an Station B. Bei welcher Übertragungsrate  $R$  wäre bei dieser Kommunikation die Ausbreitungsverzögerung  $t_A$  identisch mit der Übertragungs- bzw. Serialisierungsverzögerung  $t_S$  ?

#### Aufgabe 2      Latenz bei Zwischensystemen

Zwei Rechner A und B sind via Fast-Ethernet (100Mbit/s) über zwei Store-and-Forward Switches  $S_1$  und  $S_2$  miteinander verbunden. Zwischen den Rechnern soll eine Nachricht der Größe 4500 Byte ausgetauscht werden. Die Ausbreitungsverzögerung soll hier vernachlässigt werden. Berechnen Sie unter Verwendung der Serialisierungsverzögerung die Latenz (vom ersten bis zum letzten übertragenen Bit) für folgende Fälle:

- Die Nachricht wird als ein Block übertragen.
- Die Nachricht wird in drei 1525Byte-Pakete zerlegt (1500Byte Nutzdaten + 25Byte Paketheader), die kontinuierlich übertragen werden.
- Wie Fall b), jedoch wird ein Paket erst von A versendet, nachdem das vorherige Paket von B bestätigt wurde. Die Bestätigungen sind jeweils 50Byte (25Byte Nutzdaten + 25Byte Paketheader) groß.
- Wie Fall c), jedoch mit zwei Cut-Through-Switches. Diese sind in der Lage, schon zeitiger mit der Weiterleitung empfangener Pakete zu beginnen, und zwar sobald der Paketheader (25Byte) empfangen wurden.

#### Aufgabe 3:      Flusskontrolle: Skizzierung des Sliding Window-Verfahrens

Zwei Rechner A und B sind durch eine Leitung miteinander verbunden. Dabei sendet A ausschließlich, während B diese Daten empfängt. Die ausgetauschten Pakete (PDUs) haben eine konstante Größe, die Serialisierungsverzögerung beträgt für alle Pakete (auch für ACKs) 1 ms. Die Ausbreitungsverzögerung beträgt 2 ms. Für die Fluss-Steuerung wird das Sliding-Window-Protokoll angewendet; die Fenstergröße beträgt 3 Pakete, die Sequenznummern werden modulo 8 vergeben.

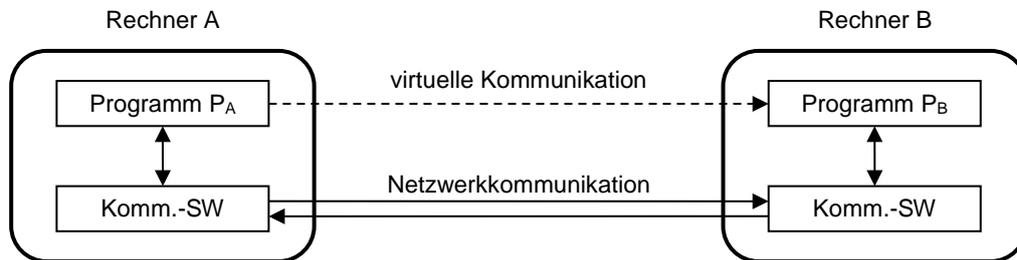
A schickt nun zu folgenden Zeiten Pakete an B: 0 ms, 1 ms, 3 ms, 7 ms, 8 ms. B bestätigt die jeweils bereits empfangenen Pakete zu folgenden Zeiten: 3 ms, 7 ms, 9 ms und 10 ms. (Die Zeiten beziehen sich jeweils auf das erste Bit des Pakets.)

- Skizzieren Sie bitte in einem Zeitablaufdiagramm die ausgetauschten Nachrichten. Bestätigungen bezeichnen Sie bitte mit ACK(x), wobei x die Nummer des zuletzt empfangenen Paketes ist und das erste Paket die Sequenznummer 0 hat. Geben Sie außerdem für folgende Zeitpunkte den Sequenznummern-Bereich und die noch freie Größe des Sliding Windows bei A an: 2,5 ms, 6,5 ms, 14,5 ms.
- Hat sich A zu jeder Zeit an das Sliding Window Protokoll gehalten? Begründen Sie bitte Ihre Antwort! Falls sich A nicht immer an das Sliding Window Protokoll gehalten hat: Wie hat B reagiert? Warum hat B so reagiert?

## Selbststudium

### Aufgabe 4: Komplexaufgabe Fluss-Steuerung

Gegeben ist das folgende Szenario:



Es gibt also zwei Programme (genau genommen: Prozesse), eins auf Rechner A und eins auf Rechner B. Es ist dabei nicht relevant, ob es sich bei den Programmen um Teile des Betriebssystems oder um Anwendungen handelt. Beide Programme wollen miteinander kommunizieren, wozu die zur Verfügung stehende Kommunikationssoftware genutzt wird. Vereinfacht wird nun angenommen, dass eigentlich nur  $P_A$  Daten an  $P_B$  senden möchte.  $P_A$  ist also der Sender,  $P_B$  der Empfänger.

- Die Kommunikationssoftware wird vermutlich Mechanismen zur Fluss-Steuerung beinhalten. Erläutern Sie zunächst, welches Problem durch eine solche Fluss-Steuerung vermieden werden soll.
- Welche grundsätzlichen Ansätze wären nun möglich, den entstehenden Verlust von Nachrichten(teilen) zu vermeiden?
- Erläutern Sie nun bitte Möglichkeiten der Fluss-Steuerung, den Verlust von Nachrichten(teilen) zu vermeiden!

### Aufgabe 5 Start- & Stopp-Mechanismus

Die Rechner A und B sind über eine einzelne Leitung miteinander verbunden. Als Transportprotokoll wird UDP verwendet. Auf der Anwendungsebene kommt als Fluss-Steuerung der Start- und Stopp-Mechanismus zum Einsatz. Es wird eine konstante PDU-Größe (UDP-Segmente) angenommen, für die jeweils eine Serialisierungsverzögerung  $t_s$  von 1 ms anfällt. Die Ausbreitungsverzögerung  $t_A$  beträgt 2 ms. A möchte (möglichst hintereinander weg) an B 10 UDP-Segmente schicken. Unmittelbar nachdem B das dritte Datenpaket vollständig empfangen hat wird ein Stopp-Signal an A gesendet. Skizzieren Sie diesen Fall (mit allen verschickten PDUs) bitte in einem Zeitablaufdiagramm, in dem Sie auch die Zeiten vermerken, zu denen PDUs ankommen bzw. abgeschickt werden (jeweils bezüglich des ersten Bits jeder PDU).