

Rechnernetze und verteilte Systeme

Übungsblatt 8

Koenig.Noah@campus.lmu.de

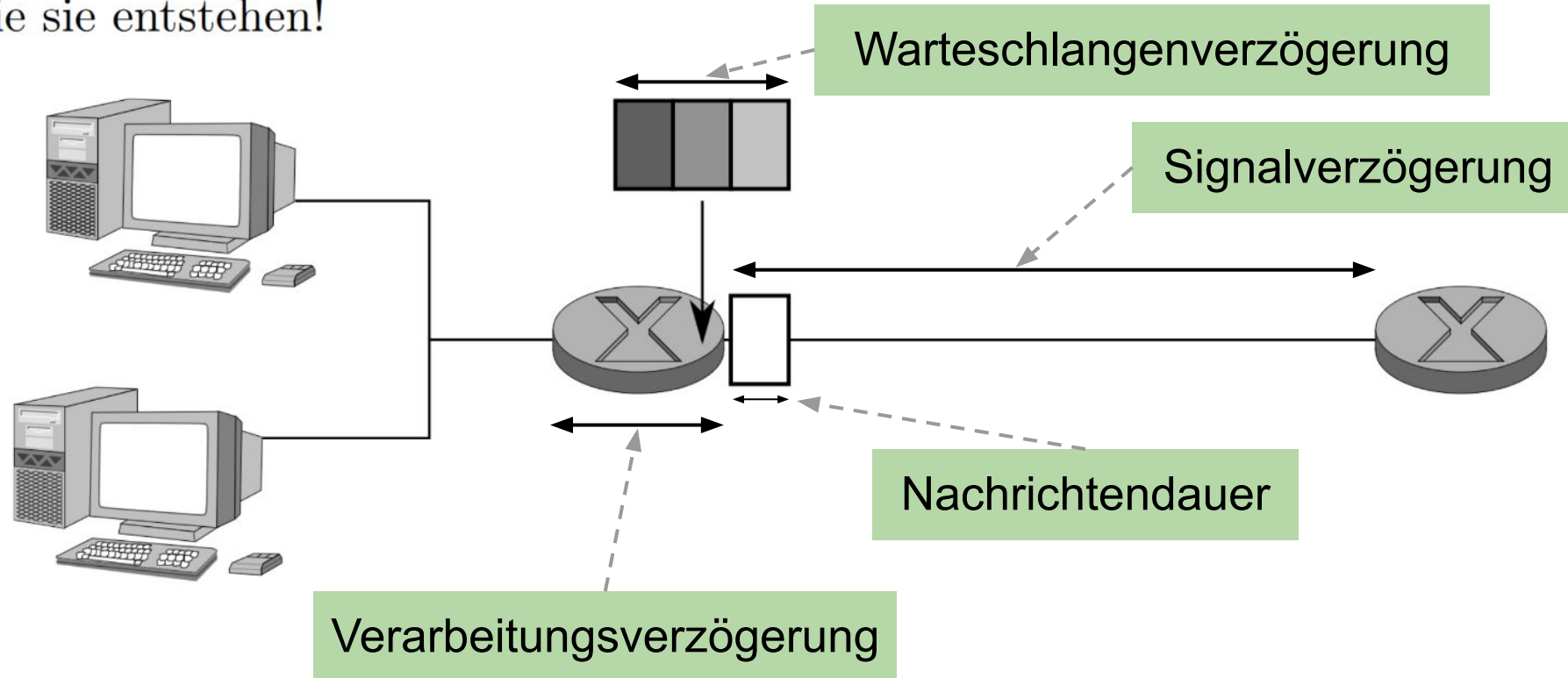


Verzögerungszeiten (H)

Eine Nachricht wird auf dem Weg durch das Netz über verschiedene Knoten und Verbindungen geleitet. Die Übertragung der Daten erfolgt mit Hilfe von Signalen (z.B. elektrische bei Kupferkabeln, elektromagnetische bei der Funkübertragung und optische bei Lichtwellenleitern). Aufgrund von physikalischen Eigenschaften der Signale und Übertragungsmedien, aber auch in den Knoten (Switches, Router) und Endgeräten sowie aufgrund der allgemeinen Verkehrssituation im Netz treten bei der Übertragung von Daten verschiedene Arten von Verzögerungen auf. Wir unterscheiden u.a. folgende Verzögerungszeiten:

- Signalverzögerung
- Verarbeitungsverzögerung
- Nachrichtendauer (auch: Übertragungsverzögerung)
- Warteschlangenverzögerung

- (a) Zeigen Sie anhand der folgenden Skizze, wo diese Verzögerungen auftreten und erklären Sie jeweils kurz, wie sie entstehen!



Verarbeitungsverzögerung:

- Zeit für Prüfen des Headers (wo soll das Paket hingeleitet werden?)
- Fehlererkennung, Änderung am Header, Fragmentierung

Warteschlangenverzögerung:

- Zeit in der Warteschlange, bis Übertragung auf Verbindungsleitung startet
- direkt abhängig von Netzauslastung

Nachrichtendauer:

- Zeit, bis alle Nachrichtenbits auf Verbindungsleitung übertragen sind
- abhängig von Nachrichtengröße und Übertragungsrate

Signalverzögerung:

- Zeit für Ausbreitung des Signals in der physischen Verbindungsleitung
- abhängig von Entfernung der Transit- bzw. Endsysteme

(b) Erklären Sie den Unterschied zwischen der Nachrichtendauer und der Signalverzögerung!

Nachrichtendauer

- Zeit, bis alle Nachrichtenbits auf Verbindungsleitung übertragen sind
- Abhängig von Paketlänge und Übertragungsrate der Verbindungsleitung
- Unabhängig von der Entfernung zwischen den Routern

Signalverzögerung

- Zeit für Ausbreitung des Signals in der physischen Verbindungsleitung
- Abhängig von der Entfernung zwischen den Routern und der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Signale
- Unabhängig von der Paketlänge oder der Übertragungsrate der Verbindungsleitung

- (c) Zwei Rechner A und B sollen in einem Heim-Netz miteinander kommunizieren. Rechner A sei über ein 20 m langes Kupferkabel (Twisted-Pair-Kabel) an einen DSL-WLAN-Router angeschlossen; Rechner B kommuniziert per WLAN und befindet sich 10m vom Router entfernt in Sichtweite von diesem. Berechnen Sie die Verzögerung für ein Paket der Größe 1500 B, welches von Rechner A an den Rechner B gesendet wird.

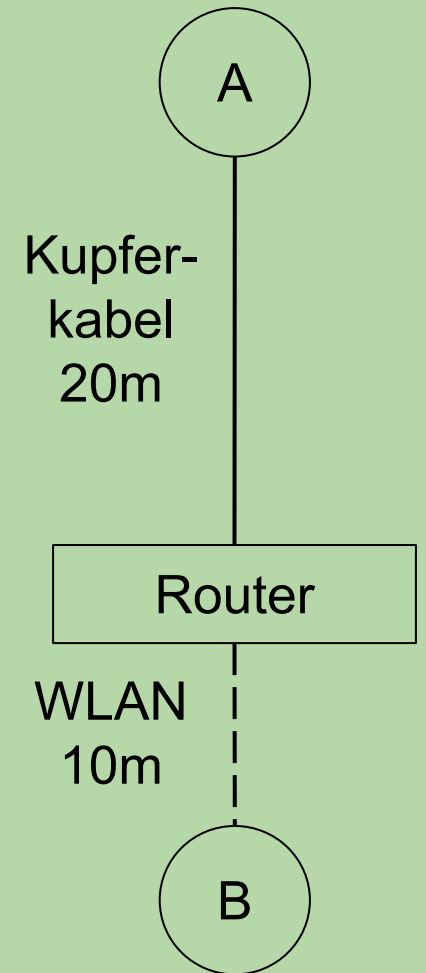
Hinweis:

- $1 \text{ Mbit} = 1 \times 10^6 \text{ bit}$
- Vernachlässigen Sie die Warteschlangenverzögerungen, sowie alle Fehlereinwirkungen (Paketverlust, Übertragungsfehler etc).
- Die Verarbeitungsverzögerung im Router betrage $2 \mu\text{s}$.
- Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Signalen beträgt
 - $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ im Kupferkabel
 - $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ bei Funksignalen
- Die Übertragungsraten betragen
 - 100 Mbit/s auf dem Kupferkabel
 - 54 Mbit/s bei Funksignalen

- Nachrichtendauer bei Rechner A
 $1500 \text{ Byte} / 100 \text{ Mbit/s} = (1500 * 8 \text{ Bit}) / 100\,000\,000 \text{ Bit/s} = 0,00012\text{s} = 120 \mu\text{s}$
- Signalverzögerung von A zum Router
 $20\text{m} / (2 * 10^8 \text{ m/s}) = 20\text{m} / 200\,000\,000 \text{ m/s} = 0,1 \mu\text{s}$
- Verarbeitungsverzögerung im Router = $2 \mu\text{s}$
- Nachrichtendauer beim Router
 $1500 \text{ Byte} / 54 \text{ Mbit/s} = (1500 * 8 \text{ Bit}) / 54\,000\,000 \text{ Bit/s} = 222 \mu\text{s}$
- Signalverzögerung vom Router zu Rechner B
 $10\text{m} / (3 * 10^8 \text{ m/s}) = 10\text{m} / 300\,000\,000 \text{ m/s} = 0,033... \mu\text{s}$

Summe: $\sim 344 \mu\text{s} = 0,344 \text{ ms}$

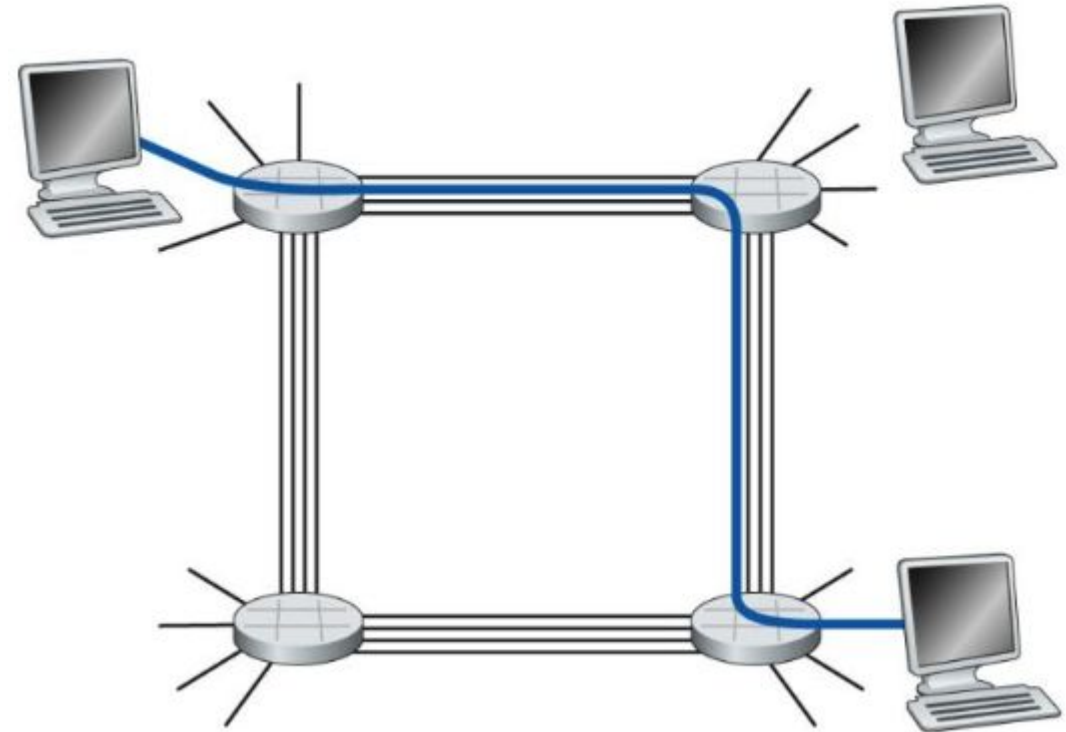
Hinweis: viele reale Verzögerungen wurden hier nicht berücksichtigt.



Kapitel 4 Vermittlung, Folien 28-36

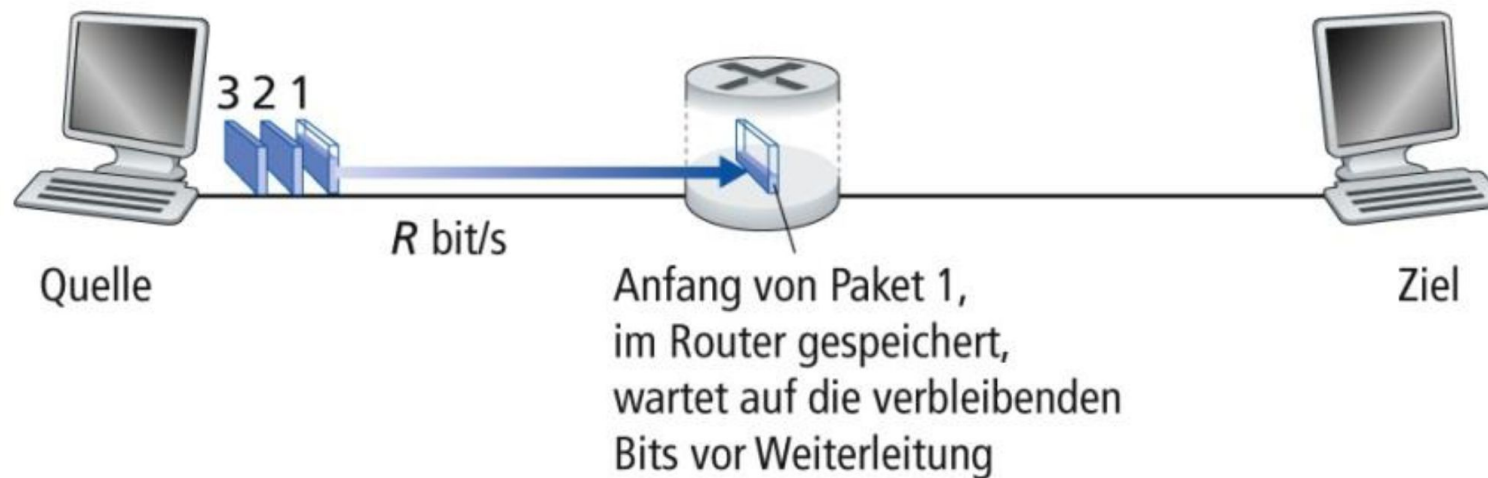
Leitungsvermittlung

- fester Pfad durchs Netz
- Verbindungsauf- und abbau
- Garantierte Ressourcen, keine Warteschlangen



Paketvermittlung

- Keine Ressourcenreservierung
- Aufteilen der Nachrichten in Pakete
- Zwischenspeichern der Pakete in Transitsystemen



Paket- und Leitungsvermittlung (H)

Angenommen eine Applikation überträgt Daten mit einer festen Rate, beispielsweise N Bit alle k Zeiteinheiten – wobei k klein ist. Die Applikation wird für eine längere Zeit ausgeführt. Beantworten Sie die folgenden Fragen und begründen Sie Ihre Antwort *kurz*.

(a) Ist eine Leitungsvermittlung oder die Paketvermittlung für dieses Szenario besser geeignet? Warum?

Leitungsvermittlung, da:

- Anwendung hat lange Laufzeit
→ Verbindungsauf- und abbau Overhead hat geringen Einfluss
- Daten werden gleichmäßig übertragen
→ keine Verschwendung von Bandbreite bei Reservierung

- (b) Betrachten Sie ein paketvermittelndes Netz dessen Endsysteme ausschließlich aus Applikationen wie oben beschrieben bestehen. Die Kapazität, d.h. die maximale Datenrate R , jedes einzelnen Links sei größer als die Summe der Datenraten aller Applikationen. In welchem Fall können Paketverluste auftauchen?

Extremfall:

- Alle Daten werden über einen Link gesendet
- Alle Pakete kommen gleichzeitig im Transitsystem an
- Warteschlange ist kleiner als die Zahl der gleichzeitig ankommenden Nachrichten
→ Pakete müssen verworfen werden, Paketverlust