

Hauptdiplomklausur Informatik

September 2000: Rechnernetze

Name: Vorname:

Matrikel-Nr.: Semester: Fach:

Hinweise:

- (a) Bitte füllen Sie sofort den Kopf des Deckblatts aus.
- (b) Überprüfen Sie Ihr Klausurexemplar auf Vollständigkeit (**19** Seiten).
- (c) Tragen Sie Ihre Lösungen soweit möglich direkt in die Klausur ein.
- (d) Als Hilfsmittel sind nur nicht-programmierbare Taschenrechner zugelassen.
- (e) Zeit: 100 Minuten

Aufgabe	max. Punktezahl	Punkte
1	7	
2	7	
3	11	
4	16	
5	8	
6	26	
7	25	
Gesamt	100	

Aufgabe 1 (7 Punkte): Bitübertragungsschicht

a) (3 Punkte) Definieren Sie die Begriffe analoges Signal und digitales Signal. Erläutern Sie kurz Vor- und Nachteile eines digitalen Signals im Vergleich zu einem analogen Signal.

b) (4 Punkte) Welche Vor- und Nachteile hat Glasfaser gegenüber Kupferkabeln als physikalisches Medium zur Signalübertragung?

Aufgabe 2 (7 Punkte): Quadrature Amplitude Modulation

a) (3 Punkte) Erklären Sie Quadrature Amplitude Modulation (QAM) anhand einer Skizze und erläutern Sie, wie die Bitrate des resultierenden Signals bei gegebener Baudrate zustande kommt.

b) (1 Punkt) Warum kann man die Anzahl der Datenpunkte nicht beliebig erhöhen, um noch höhere Bitraten zu erzielen?

c) (3 Punkte) Ein alternativer Ansatz zur Erzielung hoher Datenraten auf einem Übertragungsweg ist Frequenzmultiplexing (FDM). Erklären Sie kurz die Funktionsweise von FDM. Vergleichen Sie weiterhin die Vor- und Nachteile von FDM bezüglich QAM.

Aufgabe 3 (11 Punkte): Sicherungsschicht

a) (1 Punkt) Der angegebene Datenrahmen M soll mit einem Paritätsbit erweitert werden, um Übertragungsfehler erkennen zu können. Geben Sie das resultierende Codewort C bei gerader Parität an.

$M = 1011001$

b) (3 Punkte) Geben Sie einen Algorithmus in Pseudocode an, der aus einem beliebigen Datenrahmen M mit m Bits das Codewort C erzeugt (gerade Parität mit einem Paritätsbit).

c) (3 Punkte) Geben Sie den Hamming-Abstand des Codes an, der durch das Anhängen eines Paritätsbits (gerade Parität) an die Ausgangscodewörter entsteht. Begründen Sie Ihre Antwort. Geben Sie außerdem die Anzahl der Bitfehler an, die mit diesem Code erkannt bzw. behoben werden können.

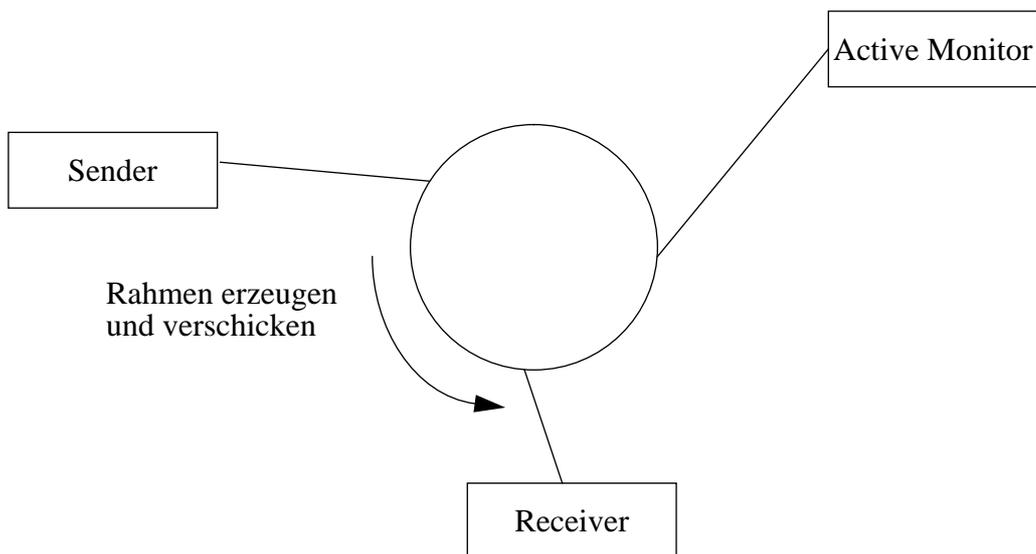
d) (4 Punkte) Geben Sie einen Algorithmus in Pseudocode an, der für einen Code C mit c Codewörtern den Hamming-Abstand berechnet. Jedes Codewort enthält dabei n Bits.

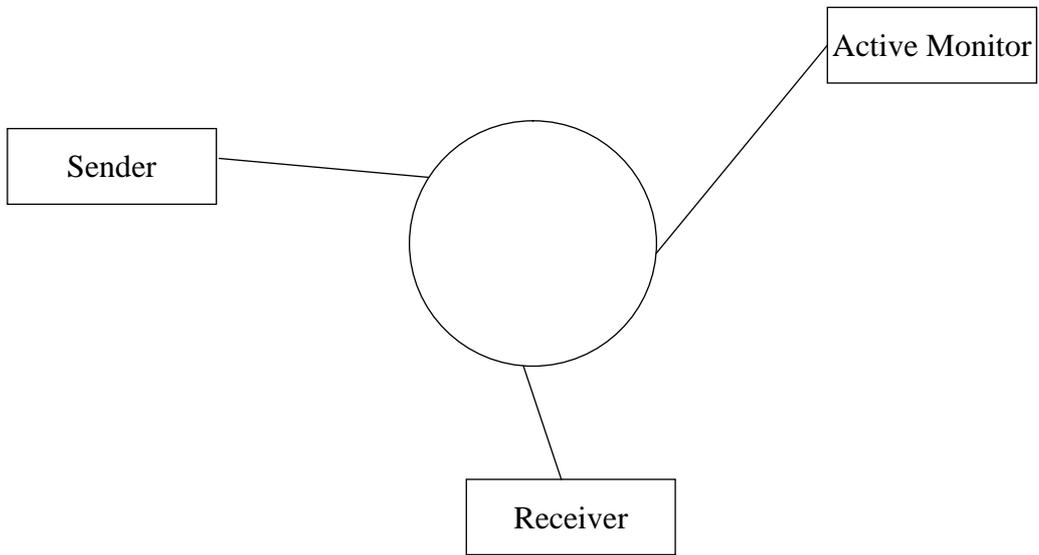
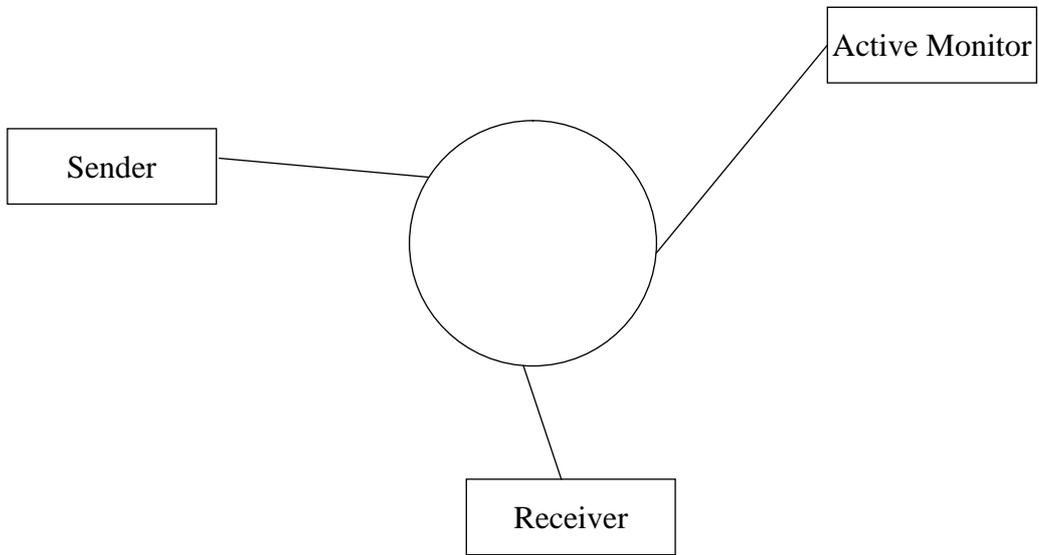
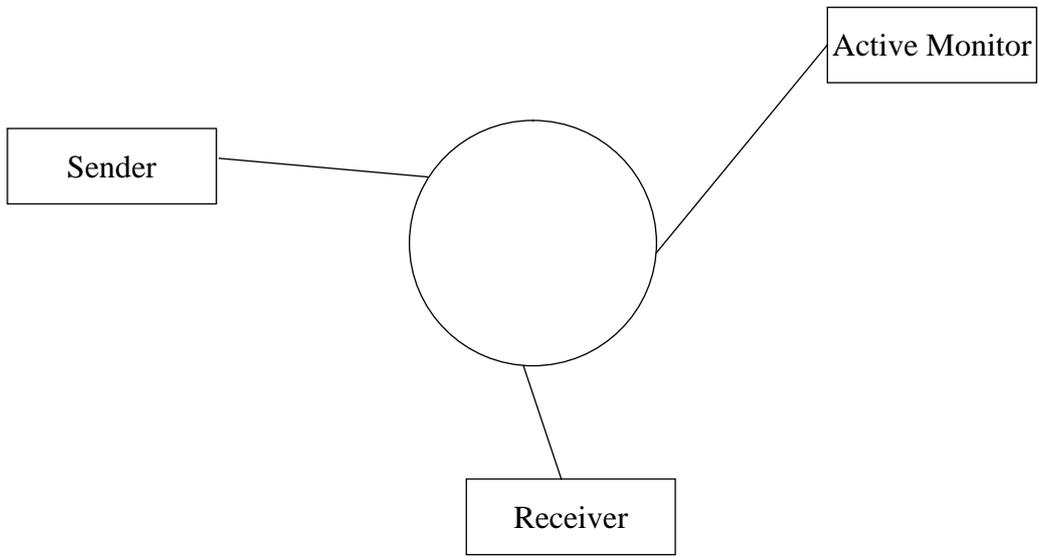
Aufgabe 4 (16 Punkte): Token Ring - zirkulierende Rahmen

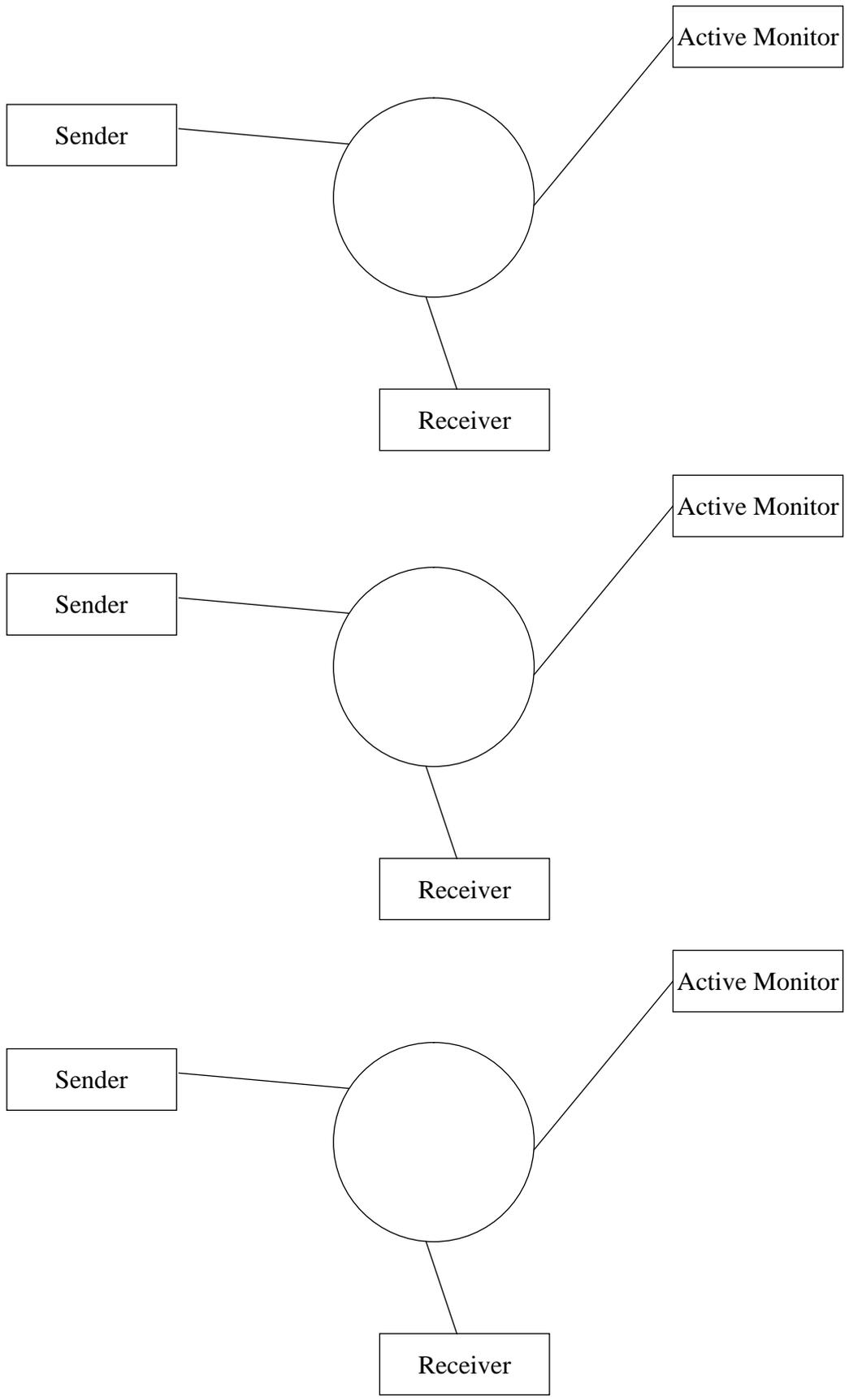
Ein Problem, welches in einem Token Ring LAN vorkommen kann, ist das des zirkulierenden Rahmens.

- (a) (3 Punkte) Erklären Sie kurz, was man unter diesem Problem versteht, und geben Sie ein Beispiel für eine Situation, in der ein zirkulierender Rahmen entstehen kann.

- (b) (10 Punkte) Zeigen Sie nun, wie das Problem des zirkulierenden Rahmens im Token Ring gelöst wird. Beschriften und kommentieren sie dazu die folgenden Skizzen. Gehen Sie insbesondere darauf ein, welche Bits im Rahmen von den teilnehmenden Stationen gesetzt und interpretiert werden. Wird ein Verwaltungsrahmen ("management frame") verwendet? Wenn ja, welcher? Hinweis: je nach Darstellung kann es sein, daß Sie mit weniger als den 6 angegebenen Schritten auskommen.







(c) (2 Punkte) Skizzieren Sie zwei weitere Fehlerfälle, die ein aktiver Monitor im Token Ring beheben kann.

(d) (1 Punkt) Was sind "stand-by" Monitore im Token Ring?

Aufgabe 5 (8 Punkte): Adressauflösung im LAN

Wie werden IP-Adressen auf die physikalischen Stationsadressen in einem LAN abgebildet, wenn die physikalischen Adressen fest vorkonfiguriert sind? Gehen Sie darauf ein, welches Protokoll verwendet wird und skizzieren Sie den typischen Ablauf dieses Protokolls. Welche Optimierungsmöglichkeiten gibt es?

Aufgabe 6 (26 Punkte): Routing

Eines der im Internet gebräuchlichen Routing-Protokolle ist das RIP Protokoll. Es gehört zur Klasse der Distance Vector Routing Protokolle.

(a) (1 Punkt) Zu welcher Kategorie der Vorlesung eingeführten Klassifikation gehört das RIP Protokoll.

(b) (5 Punkte) Im folgenden sehen Sie Ausschnitte aus einer Implementierung des RIP-Protokolls in Pseudocode. Nehmen Sie an, daß diese Implementierung auf jedem Knoten eines Netzwerks läuft.

Vervollständigen Sie die Funktion “Update_Routing_Tabelle” in **Pseudocode**. Diese Funktion soll die Routing-Tabelle des Knotens aktualisieren und wird aufgerufen, sobald ein Knoten eine Routing-Tabellen-Update-Nachricht empfängt. Als Parameter wird das Tabellen-Update selbst sowie die Leitung, auf der das Update empfangen wurde, übergeben. Die Routing-Tabelle des Knotens ist im Feld `r_tab` gespeichert. Zur Vereinfachung können Sie annehmen, daß die Entfernung zwischen zwei benachbarten Knoten eine Kosteneinheit beträgt.

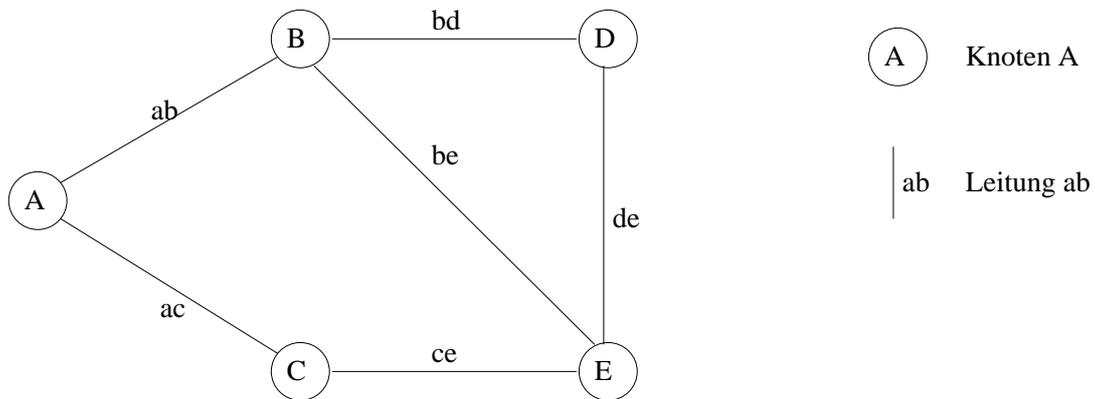
```
// Datenstrukturen für die Einträge der Routing Tabelle
// und den Routing Tabellen Updates
Routing_Tabellen_Eintrag {
    Zielknoten      z;
    Leitung         l;
    Kosten          k;
}

Tabellen_Update_Eintrag {
    Zielknoten      z;
    Kosten          k;
}

// Routing Tabelle des Knotens
Feld aus Routing_Tabellen_Eintrag r_tab;
```

```
// Funktion: Aktualisiert die Routing Tabelle eines Knotens
Update_Routing_Tabelle (Feld aus Tabellen_Update_Eintrag r_up,
                        Leitung l) {
```

(c) (8 Punkte) Gegeben sei das folgende Netzwerk mit den zugehörigen Routing-Tabellen. Im Netzwerk wird das RIP-Routing-Verfahren verwendet. Die Kosten einer Leitung betragen eine Kosteneinheit.



Knoten A			Knoten B		
Ziel	Leitung	Kosten	Ziel	Leitung	Kosten
A	lokal	0	A	ab	1
B	ab	1	B	lokal	0
C	ac	1	C	ab	2
D	ab	2	D	bd	1
E	ab	2	E	be	1

Knoten C			Knoten D		
Ziel	Leitung	Kosten	Ziel	Leitung	Kosten
A	ac	1	A	bd	2
B	ac	2	B	bd	1
C	lokal	0	C	de	2
D	ce	2	D	lokal	0
E	ce	1	E	de	1

Knoten E		
Ziel	Leitung	Kosten
A	be	2
B	be	1
C	ce	1
D	de	1
E	lokal	0

Erläutern Sie Schritt für Schritt, wie die Knoten auf den Ausfall der Verbindung ab reagieren. Geben Sie hierzu für jeden Schritt die Routing-Tabellen-Update-Nachrichten an, die zwischen den Knoten ausgetauscht werden. Ein Knoten verschickt immer dann eine Routing-Tabellen-Update-Nachricht, wenn sich Änderungen an seiner Routing-Tabelle ergeben haben.

Benutzen Sie für Ihre Routing-Tabellen-Update-Nachrichten das folgenden Format:

Sender: Ziell1 - Kosten1, Ziell2 - Kosten2, ...

Beispiel: Knoten A: A - 0, B - 1, C - 1, D - 2, E - 2

- (d) (4 Punkte) In RIP-gerouteten Netzwerken gibt es Situationen, in denen Pakete im Kreis zirkulieren. Erklären Sie kurz wie eine solche Situation prinzipiell entstehen kann. Wie kann man verhindern, daß ein Netzwerk durch eine ständig steigende Zahl dauerhaft kreisender Pakete lahmgelegt wird.

- (e) (8 Punkte) Im RIP-gerouteten Netzwerk aus Aufgabenteil (c) sei die Verbindung ab weiterhin unterbrochen. Die Routing-Tabellen aller Knoten seien aktualisiert, so daß sie die neue Topologie ohne die Verbindung ab korrekt widerspiegeln.

Nun wird auch die Verbindung ce unterbrochen. Erklären Sie, welches Routing-Problem entsteht, wenn der Knoten A (z.B. durch einen ablaufenden Timer) direkt nach der Unterbrechung der Verbindung ce eine Routing-Tabellen-Update-Nachricht an Knoten C schickt, noch bevor dieser ein Tabellen-Update (das die Unterbrechung der Verbindung enthält) an Knoten A verschicken kann. Beschreiben Sie ausführlich, wie sich die Knoten A und C in dieser Situation verhalten. Machen Sie einen Vorschlag, wie man dieses Problem für die Knoten A und C lösen könnte.

Aufgabe 7 (25 Punkte): Transportschicht

a) (1 Punkt) Was ist die Hauptaufgabe der Transportschicht (kurze Antwort genügt)?

b) (4 Punkte) Das am weitesten verbreitete Transportprotokoll im Internet ist das Transmission Control Protocol (TCP). Nennen Sie die wichtigsten Eigenschaften von TCP und erklären Sie diese kurz (jeweils ein Satz).

c) (3 Punkte) Erklären Sie den Ablauf von Verbindungsaufbau und -abbau bei TCP. (Skizze der Pakete, die ausgetauscht werden)

d) (11 Punkte) Im Paket-Header von TCP befindet sich ein Feld für die Größe des Windows für die Flußkontrolle. Dieses Feld wird vom Empfänger genutzt, um dem Sender die maximale Fenstergröße (in Bytes) mitzuteilen. Bei dem Window-Feld im Header handelt es sich um einen 16 Bit Wert.

- Was ist die maximale Anzahl von Bytes, die ein Sender senden kann, bevor eine Bestätigung (Acknowledgement) für die Daten eintrifft? (2 Punkte)

- Zwei Rechner verwenden zum Datenaustausch eine Glasfaserleitung mit einer maximalen Datenrate von 100 MBit/s und einer Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals von $2 \cdot 10^8$ m/s. Die Daten werden mit dem TCP-Protokoll übertragen. Was ist die maximale Entfernung l_{\max} (in km) zwischen Sender und Empfänger, damit die mögliche Datenrate von 100 MBit/s nicht durch ein zu kleines Flußkontroll-Fenster eingeschränkt wird? (9 Punkte)

e) (6 Punkte) Neben der fensterbasierten Flußkontrolle gibt es im TCP-Protokoll auch einen Mechanismus zur Überlastkontrolle.

- Erklären Sie den Unterschied zwischen Überlastkontrolle und Flußkontrolle. (2 Punkte)

- Im Gegensatz zu TCP hat das UDP-Protokoll keinerlei Mechanismen zur Überlastkontrolle, d.h. UDP reduziert nicht die Übertragungsrate, falls das Netzwerk überlastet ist. Über einen Link im Netzwerk werden nun sowohl UDP- als auch TCP- Datenströme gesendet, wobei die Last auf dem Link (d.h. die Summe der Datenraten der Ströme) die Linkkapazität übersteigt und damit eine Überlast entsteht. Gehen darauf ein, was jeweils mit den UDP- und TCP-Datenströmen passiert. (4 Punkte)