

### Aufgabe (10)

- (a) Die empfangende Schicht erhält zu Beginn die gesendeten Daten doppelt, weil die zwei Pakete bestätigt und angenommen wurden, diese Bestätigung jedoch nicht beim Sender ankommt. Der Sender versucht die Daten mit denselben Sequenznummern nochmal zu senden, wobei der Empfänger denkt, dass die Daten neu sind, da die erwartete Sequenznummer gepasst hat.

Das Sendefenster darf kein Vielfaches der Größe des Sequenznummernraums sein.

- (b) Man braucht 3 Sequenznummern. Da der Sender 2 unbestätigte Pakete haben darf, stellt die dritte Sequenznummer sicher, dass das wiederholte Paket nicht für ein neues Paket gehalten wird.
- (c) Der Sender darf maximal  $2^4 - 1 = 15$  unbestätigte Pakete schicken, da das 16-te Paket dasselbe Problem wie in Teilaufgabe 1 verursacht.

- a) Bei Go-Back-N werden so viele Pakete gesendet, wie der Sequenznummernraum  $(-1)$  groß ist. Danach wird auf die entsprechenden ACK-Pakete gewartet und ab dem ersten nicht bestätigten Paket wird die Übertragung wiederholt.

Wir schicken  $2^4 - 1$  Pakete beginnend mit Sequenznummer 0. Das Paket mit der Sequenznummer 1 wird vom Empfänger nicht bestätigt, daher werden alle folgenden  $(2^4 - 2)$  Pakete neu versendet und können vom Empfänger als Duplikate erkannt werden.

- b) Bei Selective Repeat werden ebenfalls  $2^4 - 1$  Pakete gesendet beginnend mit Sequenznummer 0. Nur das Paket mit der Sequenznummer 1 wird vom Empfänger nicht bestätigt, daher wird bei diesem Verfahren auch nur das Paket mit der Sequenznummer 1 neu gesendet, da der Rest bereits vom Empfänger zwischengespeichert und bestätigt wurde. Ein nicht-erkennen von Duplikaten ist hierbei ausgeschlossen, da die Sequenznummer  $2^4 - 1 = 15$  noch nicht verwendet wurde. Der Empfänger ist daher in der Lage, das wiederholte Paket richtig in die Übertragungssequenz einzuordnen

- (d) Bei Go-Back-N wird das empfangende Paket sofort an die nächsthöhere Schicht weitergegeben. Daher ist ein Puffer nicht notwendig bzw. für maximal 1 Paket ausgelegt, da ab dem ersten „verlorenem“ Paket neu übertragen wird. Ein Zwischenspeichern wäre unnötig.

Bei Selective Repeat muss der Puffer für mind.  $2^4 - 1$  Pakete ausgelegt sein. Da im worst-case das erste Paket der Sequenz verloren geht, müssen alle zu dieser Sequenz gehörenden Pakete im Empfangspuffer zwischengespeichert werden, bis das erste fehlende Paket wiederholt wurde.

### Aufgabe (11)

- (a)  $X =$  Genau eine Insel sendet im Zeitslot

$$\Pr[X] = \binom{n}{1} p^1 \cdot (1-p)^{n-1}$$

- (b)

$$\max \left\{ \binom{n}{1} p^1 \cdot (1-p)^{n-1} \right\} \Rightarrow p = \frac{1}{n}$$

(c)

$$\Pr[X] = \binom{n}{1} p^1 \cdot (1-p)^{n-1}$$

$$\Pr[X] = \binom{n}{1} \frac{1}{n} \cdot \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{n-1}$$

$$\Pr[X] = \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{n-1}$$

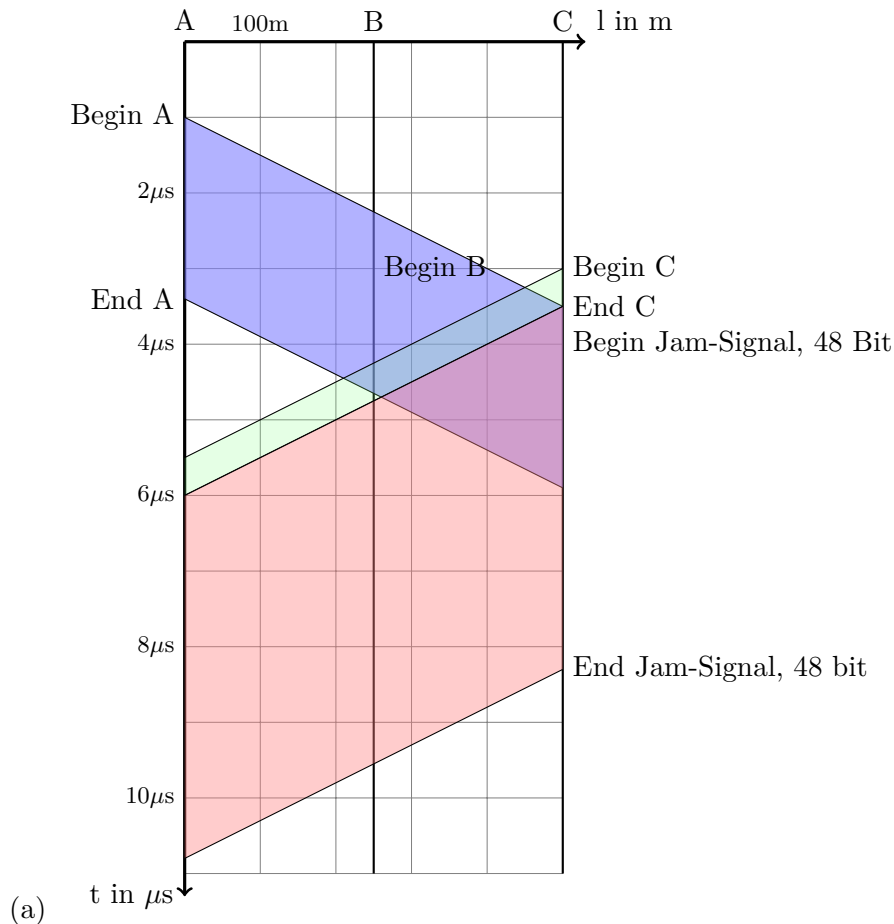
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n}\right)^{n-1} = \frac{1}{e}$$

(d) Jeder Teilnehmer sendet höchstens wenn ein freies Medium erkannt wird. Wenn nun ein Teilnehmer zu senden beginnt, muss sich das Signal erst auf dem Medium ausbreiten. Da andere Teilnehmer das Signal erst später erkennen können, kann es passieren, dass der Teilnehmer ein freies Medium erkennt und beginnt nun auch zu senden. Eine Kollision ist daher erst ausgeschlossen, wenn der letzte potentielle Sender das vom ursprünglichen Sender gesandte Signal empfangen hat.

Die Zeit dafür beträgt  $t = \frac{s}{v}$ .

(e) Ja, man weiß nun, dass es ein Zeitfenster in dem Zeitslot gibt, in dem das Signal gestört werden kann. Die Übertragungszeit die nach diesem Zeitfenster genutzt wird, ist garantiert störungsfrei. Man kann nun die Auslastung des Kanals erhöhen, indem man den Zeitslot an sich vergrößert oder man vergrößert die Signalausbreitungsgeschwindigkeit (nur möglich, wenn man Doctor Manhattan ist!).

### Aufgabe (12)



Ja, es gibt mehrere Probleme. Während B versucht zu senden, stellt B fest, dass ein Signal von A angekommen ist und stellt den Übertragungsversuch sofort ein.

Währenddessen fängt Teilnehmer C ebenfalls an einen Datenrahmen zu senden. Jedoch kommt  $0.5\mu\text{s}$  später das Signal von A bei C an. C erkennt diese Kollision, bricht seine Übertragung daraufhin ab.

C sendet, um die Kollision zu signalisieren, ein  $48\text{ Bit} = 6\text{ Byte}$  langes Jamming-Signal. A und B können so feststellen dass eine Kollision stattgefunden hat.

- (b)  $100\text{ Mbit/s} = 10^8\text{ Bit/s} = 15000000\text{ Byte/s}$ . Es sollen  $64\text{ Byte}$  übertragen werden. Dies dauert  $\frac{64\text{Byte}}{12500000\frac{\text{Byte}}{\text{s}}} = 5.12 \cdot 10^{-6} = 5.12\mu\text{s}$ .

Die maximale Länge beträgt also:  $l = c \cdot 5.12 \cdot 10^{-6}\text{s} = 1024\text{m} = 1\text{ Kibimeter}$ .

- (c) Switches und Brücken trennt die Kollisionsdomäne in mehrere Kollisionsdomänen, da diese am Knotenpunkt das Medium auftrennen. Dies führt dann dazu, dass jeder Ausgang der Geräte zu einer eigenen Kollisionsdomäne wird. Die Pakete werden dazu von den Geräten zwischengespeichert und können gesendet werden, sobald das Medium frei ist. Ein Switch hat im Vergleich zur Bridge mehr Ports. Man könnte einen Switch sozusagen als multiport-bridge bezeichnen.

Ein simpler Hub dagegen vergrößert die Kollisionsdomäne, da es im Prinzip einen multiport repeater darstellt und nur das Signal auf der Leitung liest und wieder verbessert auf das Kabel gibt. Das Signal wird dabei im Gegensatz zum Switch auf allen Ports ausgegeben. Falls hier zwei Rechner gleichzeitig senden wollen, kommt es zur Kollision. Der Hub dient hierbei meist auch als Kollisionsdetektor, der bei zwei gleichzeitigen Signalen das Jamming-Signal auf die Leitung legt.