



Hinweise zur Personalisierung:

- Ihre Prüfung wird bei der Anwesenheitskontrolle durch Aufkleben eines Codes personalisiert.
- Dieser enthält lediglich eine fortlaufende Nummer, welche auch auf der Anwesenheitsliste neben dem Unterschriftenfeld vermerkt ist.
- Diese wird als Pseudonym verwendet, um eine eindeutige Zuordnung Ihrer Prüfung zu ermöglichen.

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

Klausur: IN0010 / Hausaufgabe 5
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

Datum: Montag, 25. Mai 2020
Uhrzeit: 16:00 – 23:59

Bearbeitungshinweise

- Die erreichbare Gesamtpunktzahl beträgt 43 Punkte.
- Bitte geben Sie bis spätestens Sonntag, den **31. Mai um 23:59 CEST** über TUMexam ab.
Bitte haben Sie Verständnis, wenn das Abgabesystem noch nicht reibungslos funktioniert. Wir arbeiten daran!
- Ihren **persönlichen** Link zur Abgabe finden Sie auf Moodle. Geben Sie diesen **nicht** weiter.
- Bitte haben Sie Verständnis, falls die Abgabeseite zeitweilig nicht erreichbar ist.

Bitte nehmen Sie die Hausaufgaben dennoch ernst:

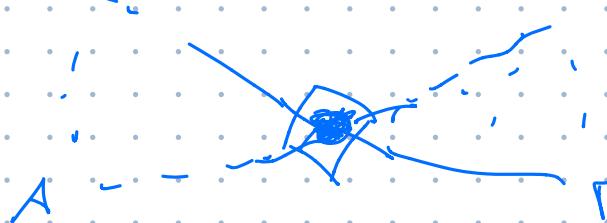
- Neben der Einübung des Vorlesungsstoffs und der Klausurvorbereitung dienen die Hausaufgaben auch dazu, den Ablauf der Midterm zu erproben.
- Finden Sie einen für sich selbst praktikablen und effizienten Weg, die Hausaufgaben zu bearbeiten. Hinweise hierzu haben wir auf https://grnvs.net/homework_submission.pdf für Sie zusammengestellt.

Hörsaal verlassen von _____ bis _____ / Vorzeitige Abgabe um _____



Klausur leer





MAC-Adresse

cff:14:18:20

B

MAC-Adresse

cff:14:18:21

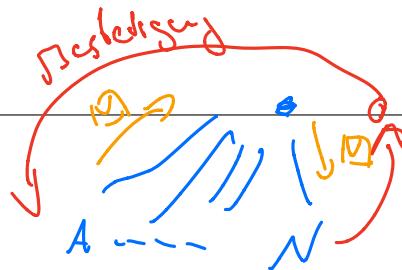


Aufgabe 1 Medienzugriffsverfahren (16 Punkte)

0
1
2

a)* Erläutern Sie kurz das Prinzip von ALOHA.

- ① Daten werden gesendet
- ② Bestätigungen auf-ab-send



0
1

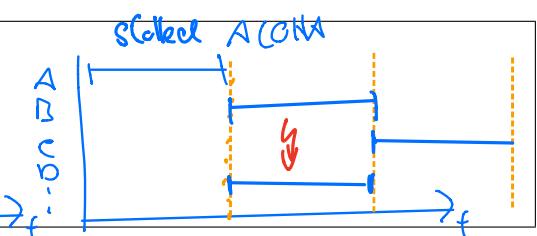
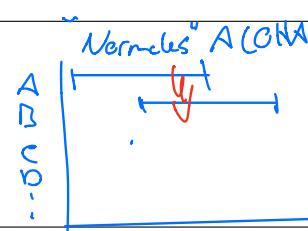
b) Wie werden Kollisionen in ALOHA erkannt?

Nicht direkt erkennt. \Rightarrow Durch Ausbleiben von Bestätigungen

0
1

c) Erläutern Sie kurz das Prinzip von **Slotted ALOHA**.

Senden nur zu Zeit slots.



0
1
2

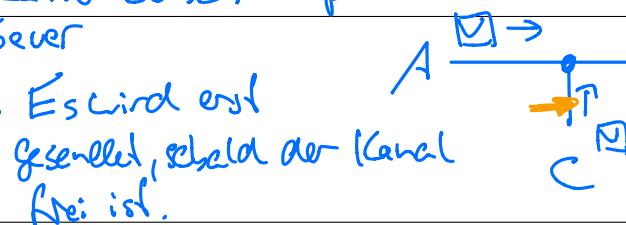
d) Worin besteht der Vorteil von Slotted ALOHA gegenüber normalem ALOHA?

- Kollisionen finden zur innerhalb eines Zeitlots statt.
- Bei ALOHA können Kollisionen immer stellfincken, da Stellfincken schwerer, selbstdaten erliegen.
 \Rightarrow Kollisionswahrscheinlichkeit verringert

0
1
2

e)* Erläutern Sie kurz das Prinzip von CSMA. Carrier Sense Multiple Access

- Erg auf Übertragung gehört, Server
angefangen wird zu senden. Es wird erst
"Listen before talk"



0
1
2

f) Erläutern Sie kurz, welche Ergänzungen CSMA/CD gegenüber reinem CSMA hat.

Ermittlung zu CSMA um des JAM-Signal

Bei einer erkannten Kollision sendet ein Client ein JAM,

wodurch alle wissen, dass es zu einer Kollision gekommen ist.





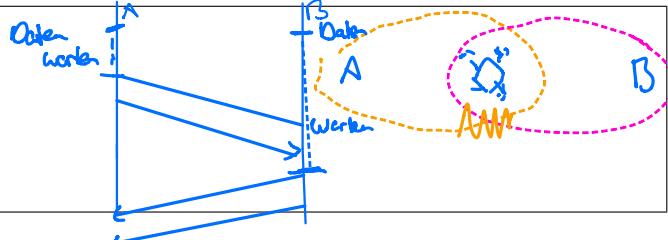
g) Wie werden erfolgreiche Übertragungen bei CSMA/CD bei Ethernet erkannt?

Beim Ausleben eines Jam-Signals signalisiert eine korrekte Übertragung.

0
1

h) Erläutern Sie kurz, welche Ergänzungen CSMA/CA gegenüber reinem CSMA hat.

- Collision Avoidance
 - zufälliges Warten vor dem Senden,
 - ↓ Verringert Kollisionswahrscheinlichkeit

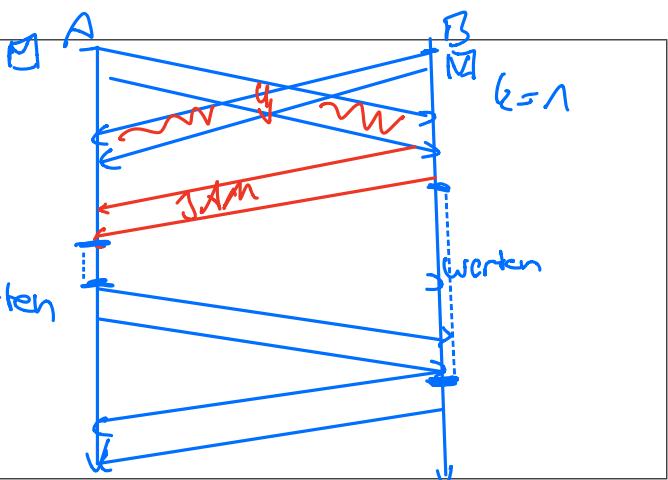


0
1
2

i)* Was versteht man unter Binary Exponential Backoff?

→ Durch zufälliges Warten nach einer Kollision wird versucht Blge-Kollisionen zu vermeiden.

→ Unabhängig von CSMA/CD oder CSMA/CA



0
1
2
3

Algorithmus:

Sendeversuch k:

- ① wähle zufällig $n \in \{0, \dots, \min\{2^{k-1}, 1023\}\}$
- ② warte n Slotzeiten
- ③ sende





Aufgabe 2 ALOHA und CSMA/CD (16 Punkte)

Gegeben sei ein Netzwerk (s. Abbildung 2.1) bestehend aus drei Computern, welche über ein Hub miteinander verbunden sind. Die Distanzen zwischen den Computern betragen näherungsweise $d_{12} = 1 \text{ km}$ bzw. $d_{23} = 500 \text{ m}$. Etwaige indirekte Kabelführung darf vernachlässigt werden. Die Übertragungsrate betrage $r = 100 \text{ Mbit/s}$. Die relative Ausbreitungsgeschwindigkeit betrage wie üblich $\nu = 2/3$. Die Lichtgeschwindigkeit sei mit $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ gegeben.

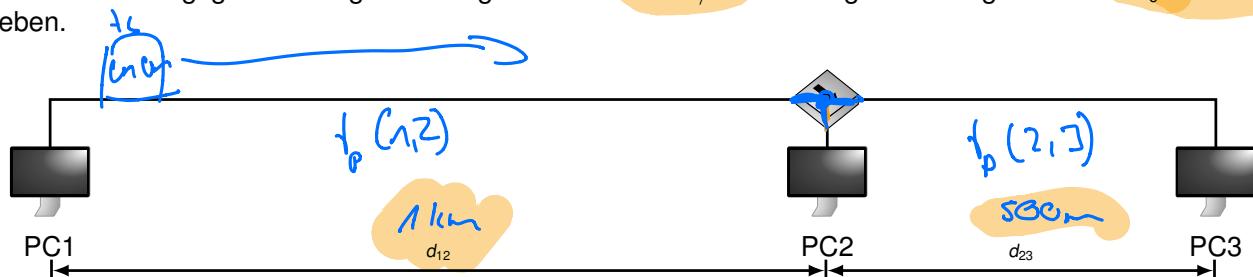


Abbildung 2.1

Zum Zeitpunkt

- $t_0 = 0 \text{ s}$ findet keine Übertragung statt und keiner der Rechner hat Daten zu versenden,
- $t_1 = 5 \mu\text{s}$ beginnt PC1,
- $t_2 = 15 \mu\text{s}$ beginnt PC2 und
- $t_3 = 10 \mu\text{s}$ beginnt PC3

jeweils einen Rahmen der Länge 94 B zu senden.

$t_s = L/r$ $t_p = d/(\nu c)$ $t_d = t_s + t_p$
Serialisierungszeit: Ausbreitungsverzögerung: Übertragungszeit:

a)* Berechnen Sie die Serialisierungszeit t_s für eine Nachricht.

$$t_s = \frac{L}{r} = \frac{94 \text{ B}}{100 \text{ Mbit/s}} = \frac{94 \cdot 8 \text{ B}}{100 \cdot 10^6 \frac{\text{B}}{\text{s}}} = 7,52 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 7,52 \mu\text{s}$$

b)* Berechnen Sie die Ausbreitungsverzögerungen $t_p(1,2)$ und $t_p(2,3)$ auf den beiden Streckenabschnitten.

$$t_p(1,2) = \frac{1 \text{ km}}{\frac{2}{3} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{1000 \text{ m}}{2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \frac{1}{2 \cdot 10^5} \text{ s} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 5 \mu\text{s}$$

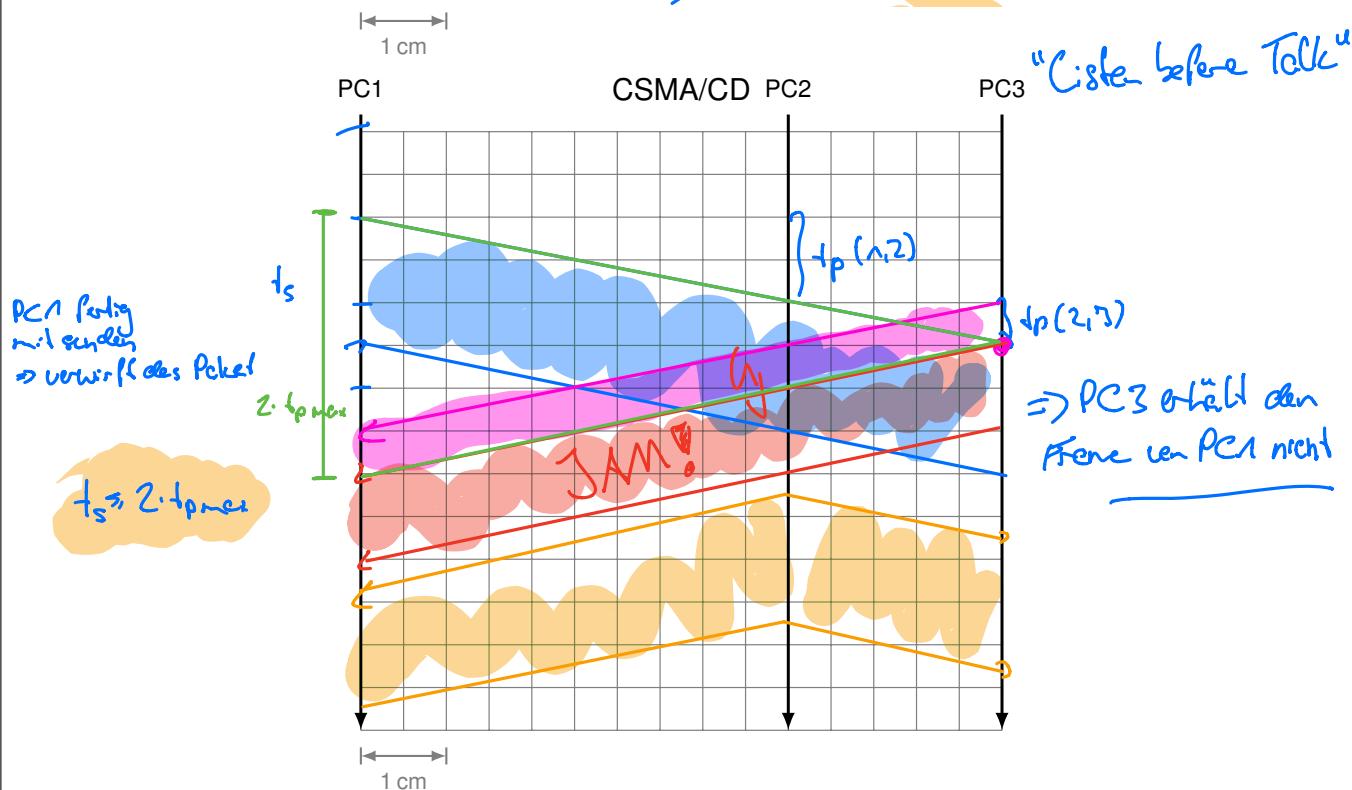
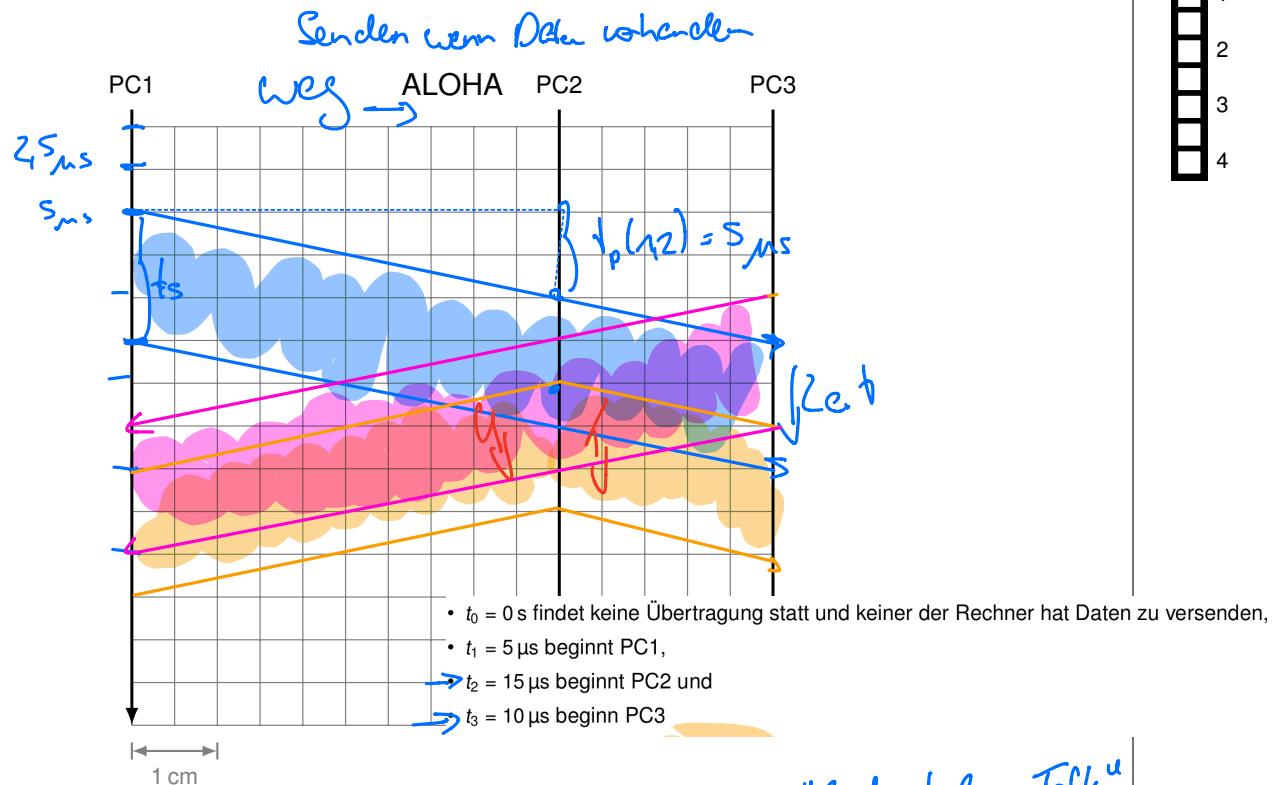
$$t_p(2,3) = \frac{500 \text{ m}}{\frac{2}{3} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 2,5 \mu\text{s}$$





c) Zeichnen Sie für ALOHA und 1-persistentes CSMA/CD jeweils ein Weg-Zeit-Diagramm, das den Sendevorgang im Zeitintervall $t \in [t_0, t_0 + 30 \mu s]$ darstellt. Maßstab: $100 \text{ m} \triangleq 5 \text{ mm}$ bzw. $2,5 \mu \text{s} \triangleq 5 \text{ mm}$, Slotzeit: $\approx 5 \mu \text{s}$

0
1
2
3
4



*Die Sendezzeit muss so gewählt werden,
dass JAM immer nach
vor Ende des Sendens
erkannt werden kann.*





- 0 d) Aus der vorhergehenden Teilaufgabe ist zu erkennen, dass bei beiden Verfahren Kollisionen auftreten. Im Gegensatz zu ALOHA funktioniert CSMA/CD aber unter den gegebenen Umständen nicht. Warum?

1 PC3 erhält den Frame von PC1 nicht (Kollision)

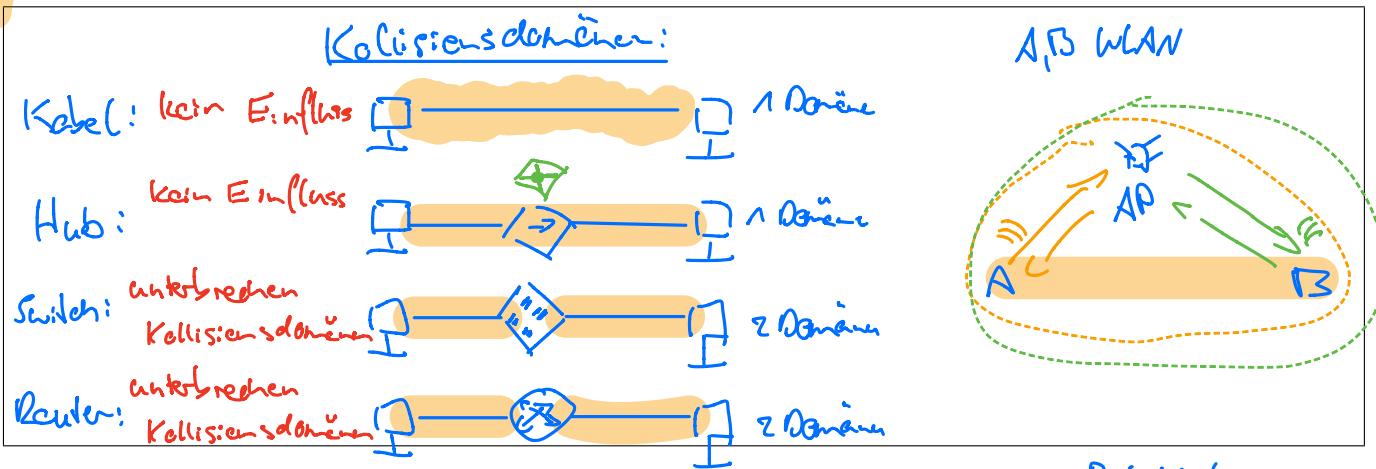
- 0 e) Wie lautet für CSMA/CD die Bedingung, dass ein Knoten eine Kollision rechtzeitig erkennen kann?

1 $t_s \geq 2 \cdot t_{pmax}$
Ein Knoten muss inner so lange senden, dass sicher gestellt ist, dass diese ein potentielles Jam-Signal noch erhalten kann. (während dieser sendet)

- 0 f) Berechnen Sie für CSMA/CD die maximale Entfernung zweier Rechner innerhalb einer Kollisionsdomäne in Abhängigkeit der minimalen Rahmenlänge. Setzen Sie die Werte für FastEthernet ein ($r = 100 \text{ Mbit/s}$, $I_{min} = 64 \text{ B}$).

$$\begin{aligned} t_s &= 2 \cdot t_{pmax} \\ (\Leftrightarrow) \frac{L}{r} &= 2 \cdot \frac{d}{r_c} \\ (\Leftrightarrow) \frac{64 \text{ B}}{100 \text{ Mbit/s}} &= 2 \cdot \frac{d}{2 \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \\ (\Leftrightarrow) \frac{64 \cdot 8 \text{ bit}}{100 \cdot 10^6 \frac{\text{bit}}{\text{s}}} \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} &= d = 512 \text{ m} \end{aligned}$$

- 0 g)* Welchen Einfluss haben Hubs, Brücken und Switches auf die Kollisionsdomäne?



Was ist CRC?
Cycle Redundancy Check

A empfängt B
→ Fehlererkennung

Nachricht	CRC
-----------	-----

⊕ ... 00000 10000 ...

- + Relativ viele Fehler werden erkannt → Master
- Fehler, die Vielfache des Redundanzspezifikations sind, werden nicht erkannt
- + 1bit Fehler gut erkennbar
- Burst Fehler z.B. nicht erkannt
- + kurze Bitfehler meistens erkennbar
- + CRC einfach im Hardware zu implementieren
- ⇒ schnell



Aufgabe 3 Cyclic Redundancy Check (CRC) (11 Punkte)

Die Nachricht 10101100 werde mittels CRC, wie in der Vorlesung eingeführt, gesichert. Als Reduktionspolynom sei $r(x) = x^3 + 1$ gegeben.

a)* Wie lang ist die Checksumme?



Cänge der Checksumme : $\deg(r(x)) = 3$

	0
	1

b) Bestimmen Sie die Checksumme für die gegebene Nachricht.

10101100
 \downarrow

① Nachricht um $\deg(r(x))$ padden: $10101100 \ 000$

② Binäre Polynomdivision durch $r(x) = x^3 + 1 = \begin{array}{r} x^3 \\ \times x^3 \\ \hline 1001 \end{array} \leftarrow r(x)$

XOR:

$$\begin{array}{r|rr} \oplus & 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 & 0 \\ \oplus & 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 & 0 \end{array}$$

Ergebnis (Rest): 0011

c)* Geben Sie die übertragene Bitfolge an.

Nachricht: $10101100 \ 000$ v $\Rightarrow 10101100000$

Rest: 0011

	0
	1

Bei der Übertragung trete nun das Fehlermuster 0010000000 auf.

d)* Wie lautet die empfangene Bitfolge?

	0
	1





Nachricht: 101011000111
Fehler: ⊕ 00100000000
10001100011

- 0 □ e) Zeigen Sie, dass der Übertragungsfehler erkannt wird.

$$10601100011: 1001 = \dots \text{ R } 100$$

A handwritten note consisting of two 'L' shapes drawn with a blue pen. The first 'L' is positioned in the upper left area, and the second 'L' is positioned lower down on the right side. A solid blue horizontal line is drawn below the second 'L'. There is some very faint, illegible handwriting above the first 'L'.

"Überregelungsfehler werden erkannt, wenn $R_{\text{eff}} \neq 0$

- 0 f)* Geben Sie ein Fehlermuster an, welches nicht erkannt werden kann.

Ueffache des Reduktionspotenzials:

N: 100010001
E: 0000000001

X

№: 10001100011
Г: ④ 00000000010

н: 1000110001
г: ④ 0000100000

X





g) CRC wurde in der Vorlesung ausdrücklich als fehlererkennender, nicht aber als fehlerkorrigierender Code eingeführt. Zeigen Sie, dass mittels CRC selbst 1 bit-Fehler im konkreten Beispiel dieser Aufgabe nicht korrigierbar sind.

0
1
2

10101100000

Fehlernster:

1000 0000 000
;
0000 0000 001

← M Fehlernster

Rechnungspolyynom
hat Grad $\deg(r(x)) = 3$

⇒ Es gibt $2^3 - 1 = 7$
von 000 verschiedene
Reste

⇒ Damit kann es keine eindeutige Zuordnung
von Resten auf Fehlerster geben.





Zusätzlicher Platz für Lösungen. Markieren Sie deutlich die Zuordnung zur jeweiligen Teilaufgabe. Vergessen Sie nicht, ungültige Lösungen zu streichen.

