

# Hauptdiplomklausur Informatik

## April 1997: 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 (24 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	12	
2	20	
3	24	
4	15	
5	13	
6	16	
<b>Gesamt</b>	<b>100</b>	

## **Aufgabe 1 (12 Punkte): Bitübertragungsschicht**

- (a) [6 Punkte] Was sind die Aufgaben der Bitübertragungsschicht? Geben Sie jeweils ein konkretes Beispiel, das die Aufgabe erklärt.
- (b) [6 Punkte] Wie geht man prinzipiell vor, um aus einem zeitkontinuierlichen, analogen Signal einen digitalen Bitstrom zu erzeugen?

## Aufgabe 2 (20 Punkte): Sicherungsschicht

- (a) [2 Punkte] Der Hammingcode ist ein fehlerkorrigierender Code. Die Bits eines Codewortes werden beginnend mit 1 von links nach rechts durchnummeriert. Bits, deren Nummer eine Zweierpotenz ist (1, 2, 4, 8, etc.), sind Checkbits. Der Rest wird mit den zu übertragenden Datenbits aufgefüllt. Jedes Checkbit ist das Paritätsbit für eine Gruppe von Bits. Um zu bestimmen, zu welchen Checkbits ein Datenbit mit der Nummer  $n$  gehört, muß  $n$  in die Summe seiner Zweierpotenzen zerlegt werden. Diese sind dann die Nummern der Checkbits, die von dem Datenbit  $n$  beeinflusst werden (z.B. wird Datenbit 7 von den Checkbits 1, 2 und 4 kontrolliert).  
Nehmen Sie die Länge des Codeworts als 1 Byte (8 Bit) an. Wieviele Bitfehler können mit diesem Code korrigiert werden?

- (b) [4 Punkte] Geben Sie eine untere Grenze für die Anzahl  $r$  der Prüfbits eines Hammingcodes mit  $m$  Zeichen-Bits an. Berechnen Sie  $r$  für  $m = 9$ .

(c) [6 Punkte] Angenommen, in folgendem, mit Hammingcode codierten Bitstring, treten höchstens so viele Bitfehler auf, daß eine Fehlerkorrektur möglich ist. Welche Daten wurden hier jeweils übertragen (ungerade Parität)?

0 1 1 0 0 1 1 0 1

1 1 1 1 1 1 0 1 0

(d) [8 Punkte] Die folgenden Bits sollen um den Cyclic-Redundancy-Check (CRC) mit dem Generator-Polynom  $G(x) = x^4 + x + 1$  erweitert werden. Welche Bitfolge wird übertragen?

**1 0 1 1 1 1 0 0 1 1**

(Hinweis: Bedenken Sie, daß bei der binären Division die Subtraktion modulo 2 erfolgt!)

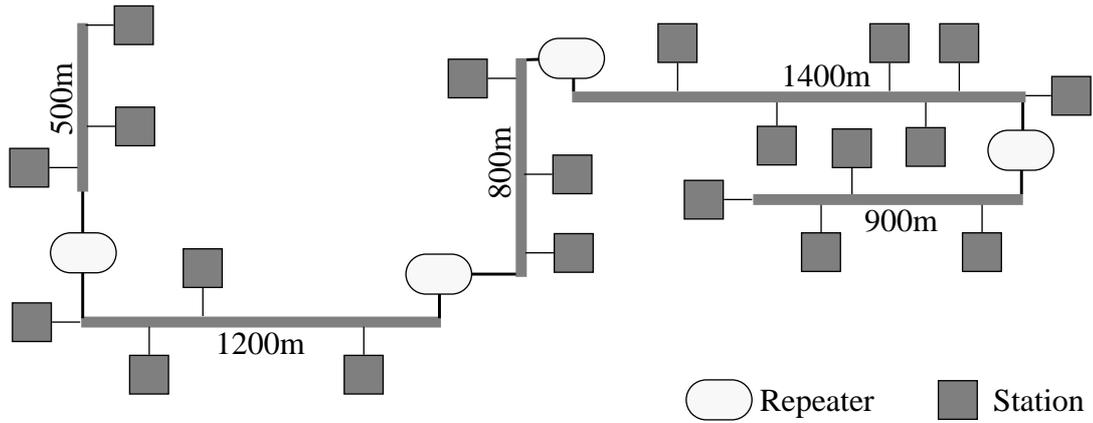
### **Aufgabe 3 (24 Punkte): Lokal Area Networks (LANs)**

(a) [6 Punkte] In der MAC-Schicht von LANs wird der Zugang zu einem Broadcast-Medium geregelt. Wenn auf einem Broadcast-Medium mehrere unabhängige Stationen gleichzeitig senden, kommt es zu Kollisionen. Welche Wiederholungsstrategien bei belegtem Medium gibt es, und wie funktionieren sie?

(b) [2 Punkte] Der IEEE Standard 802.3 schreibt in seinem MAC-Sublayer-Protokoll neben der maximal zulässigen Länge einer Leitung auch eine gewisse Mindestpaketlänge vor. Warum?

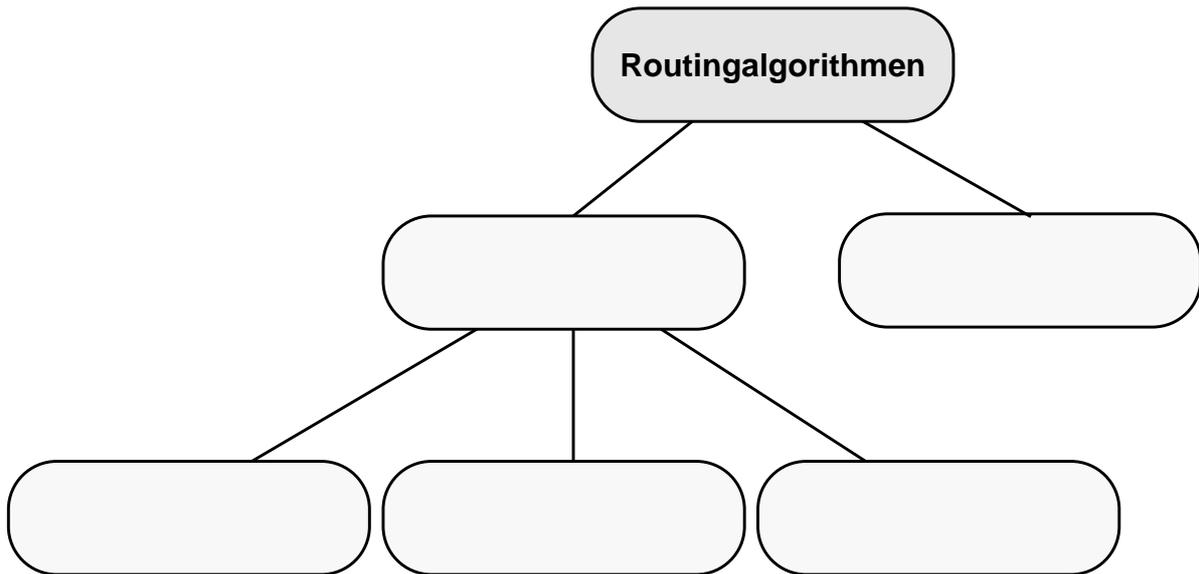
- (c) [8 Punkte] Ermitteln Sie für ein CSMA/CD-Netzwerk mit Übertragungsgeschwindigkeit  $v$  eine Formel für die maximale Kabellänge  $l$  zwischen zwei Stationen in Abhängigkeit von der minimalen Paketgröße  $p$ . Die Ausbreitungsgeschwindigkeit auf dem Medium beträgt  $\frac{2}{3}$  der Lichtgeschwindigkeit  $c$ .

- (d) [8 Punkte] Prüfen Sie, ob bei der gegebenen minimalen Paketgröße von 64 Bytes in dem folgenden CSMA/CD-Netz mit  $v=10$  Mbit/s eine sichere Erkennung von Kollisionen zwischen den am weitesten entfernten Stationen möglich ist. Die zwischengeschalteten Repeater verzögern das Signal jeweils um 3 Bit. (Hinweis:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s)



#### Aufgabe 4 (15 Punkte): Vermittlungsschicht

- (a) [3 Punkte] Für die Vermittlungsschicht existieren mehrere Routingalgorithmen. Geben Sie eine Klassifikation dieser Algorithmen an, die folgende Struktur besitzt, und beschreiben Sie in kurzen Stichworten die Vor- und Nachteile der Klassen.



(b) [3 Punkte] Nennen Sie drei Verfahren zur Leitwegebestimmung und die jeweilige Klasse, der das Verfahren angehört:

Beispiel: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

Beispiel: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

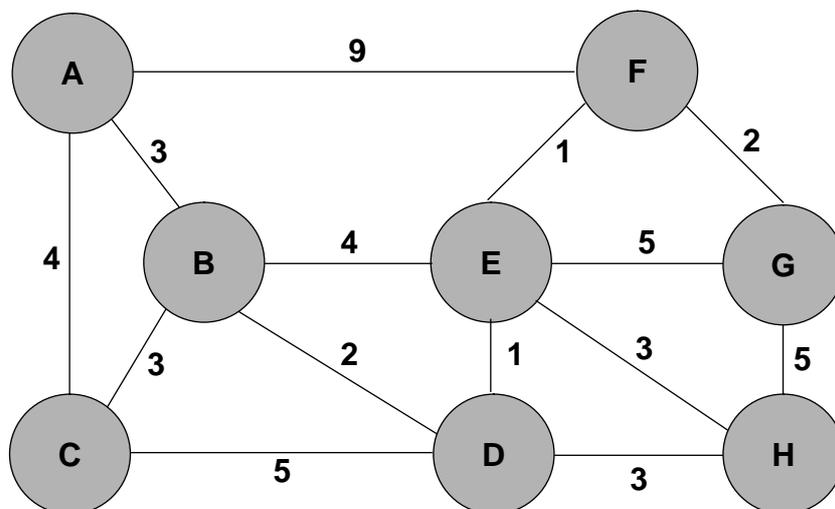
Beispiel: \_\_\_\_\_ Klasse: \_\_\_\_\_

- (c) [9 Punkte] Gegeben ist folgende Netztopologie mit den Knoten A bis H, verbunden durch gewichtete Kanten. Die Kantengewichte bestimmen die Entfernung zwischen zwei Knoten. Berechnen Sie für dieses Netz mit dem *Algorithmus von Dijkstra* die kürzesten Wege ausgehend vom Knoten A.

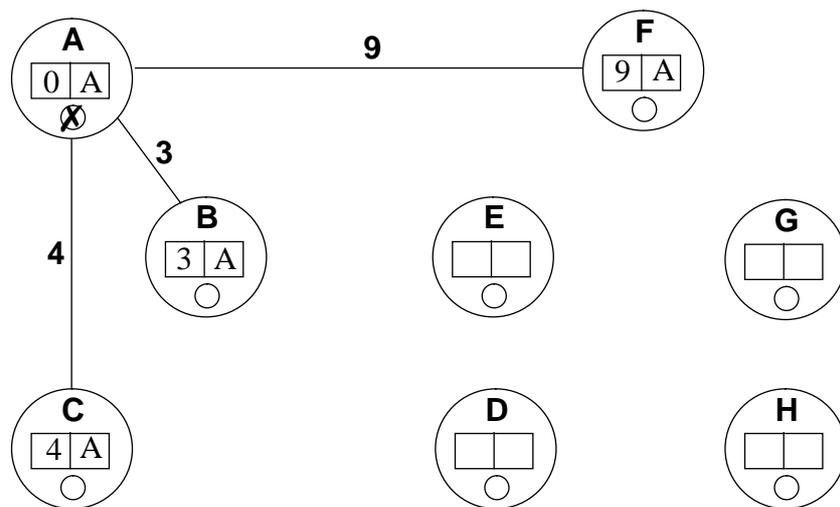
Gehen Sie dabei wie folgt vor: Zeichnen Sie pro Schritt nur die Kanten, die gerade untersucht werden. Schreiben Sie auf den nächsten Seiten in die Kästchen jedes Knotens links die in diesem Schritt gültige Entfernung zu Knoten A und rechts den Knoten, über den dazu gegangen werden muß. Sobald die Werte eines Knotens endgültig sind, markieren Sie bitte den runden Kreis unter den Kästchen. Sie müssen pro Schritt nur die Kästchen ausfüllen, deren Werte sich zum vorhergehenden Schritt ändern (zur eigenen Kontrolle können Sie jedoch selbstverständlich auch alle Schritte aus den vorangegangenen Diagrammen nachtragen). Sie sollten nicht mehr als 8 Schritte benötigen.

Schritt 1 ist vorgegeben, machen Sie weiter bei Schritt 2!

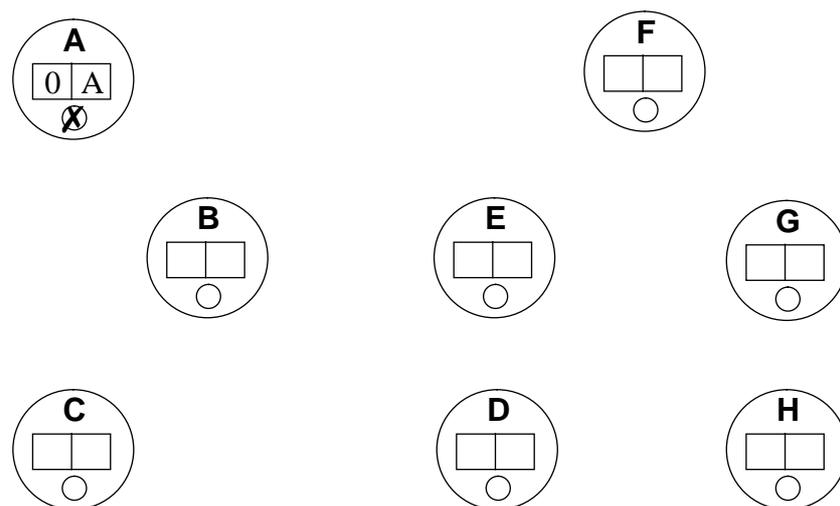
Im letzten Bild (nach Schritt 8) zeichnen Sie bitte nur die Kanten, die jeweils die kürzesten Pfade zu Knoten A darstellen, ein und füllen alle Kästchen mit den endgültigen Werten aus.



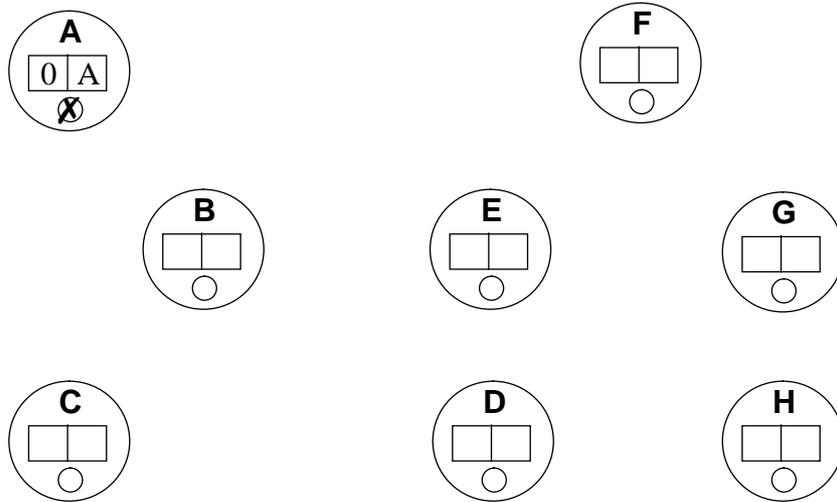
Schritt 1:



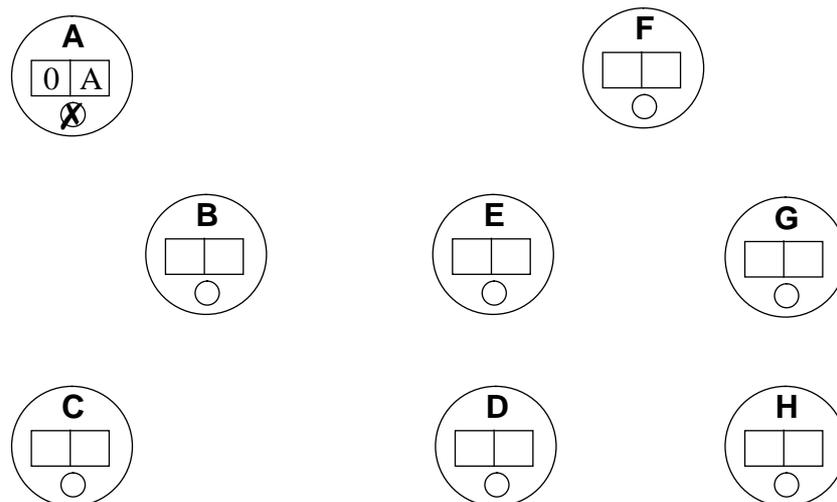
Schritt 2:



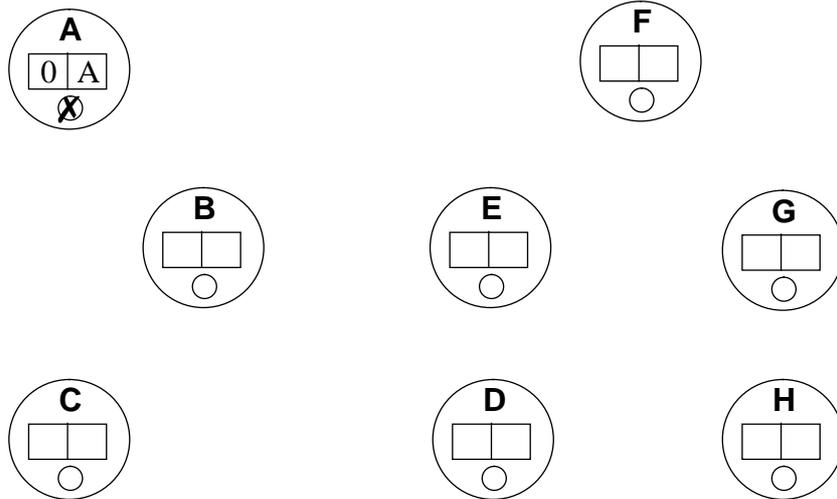
Schritt 3:



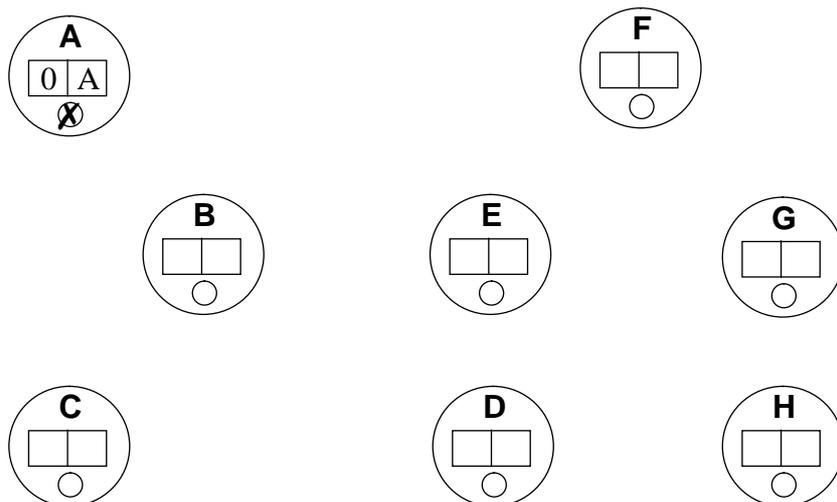
Schritt 4:



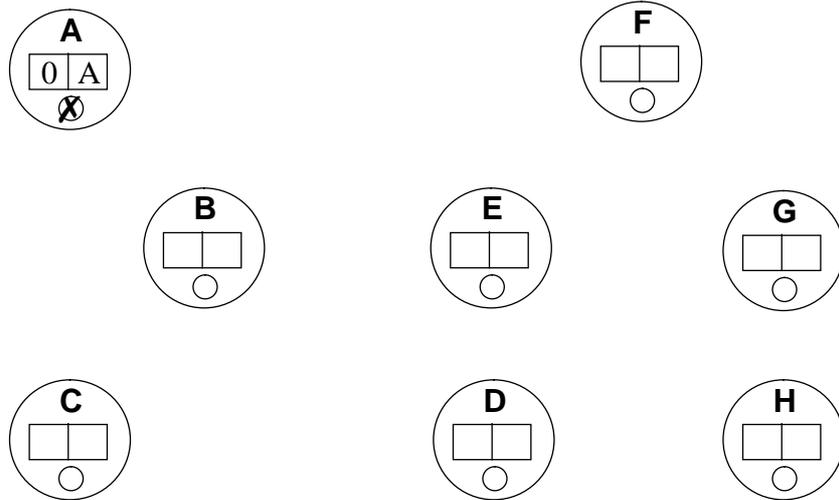
Schritt 5:



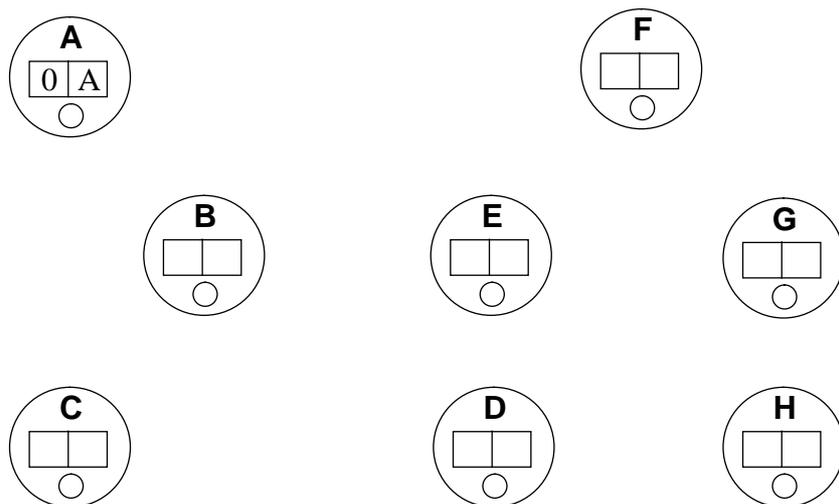
Schritt 6:



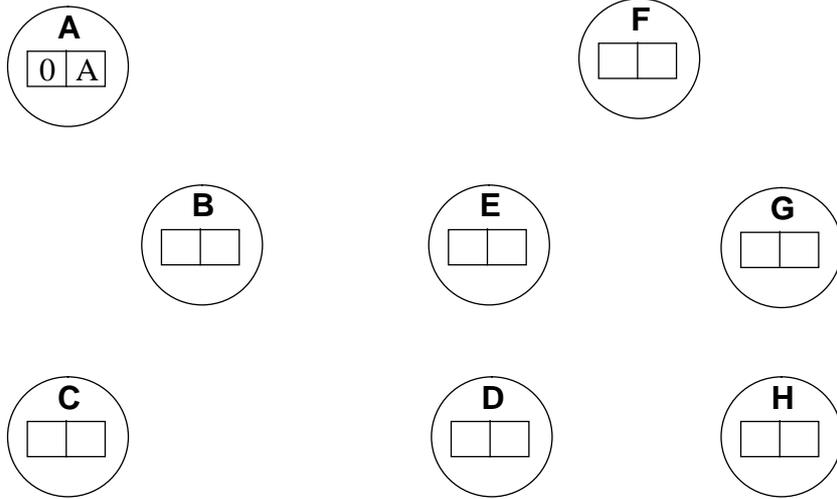
Schritt 7:



Schritt 8:



Kürzester Pfade von Knoten A aus:



## **Aufgabe 5 (13 Punkte): Transportschicht**

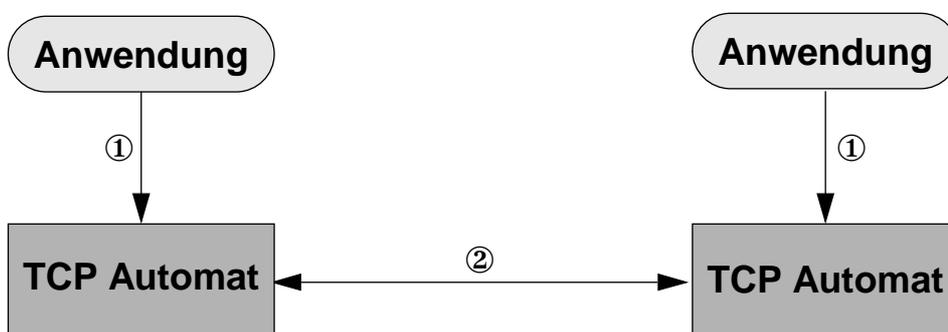
(a) [3 Punkte] Diskutieren Sie Vor- und Nachteile von TCP und UDP als Transportprotokolle:

- (b) [10 Punkte] Auf der übernächsten Seite ist der Verbindungsaufbau und der Verbindungsabbau der Transportschicht TCP als endlicher Automat vereinfacht dargestellt (die Datenübertragungsphase im Zustand ESTABLISHED sowie Ausnahmen sind explizit ausgelassen).

Die durchgezogenen Linien sind Zustandsübergänge aus Sicht eines TCP-Automats als Client, die gestrichelten Linien sind Zustandsübergänge aus Sicht eines TCP-Automates als Servers. An jeder Kante sind nur die Nachrichten aufgeführt, bei deren Eintreffen der dieser Kante entsprechende Zustandswechsel vorgenommen wird. Es fehlen die Nachrichten, die bei diesem Zustandswechsel gesendet werden.

Vervollständigen Sie den Automaten, indem Sie an den Kanten die fehlenden zu sendenden Nachrichten eintragen (diese sind mit “...” gekennzeichnet). Beachten Sie, daß es auch Zustandswechsel geben kann, bei denen nichts gesendet wird. Bitte kennzeichnen Sie diese Stellen explizit mit “—”.

Die folgende Abbildung zeigt schematisch den Nachrichtenfluß:



Die Nachrichten, die vom Dienstbenutzer (der Anwendung), gesendet werden können sind in folgender Tabelle aufgeführt und in der obigen Abbildung mit ① gekennzeichnet:

Abkürzung	Bedeutung
<i>LISTEN</i>	Get ready for incoming Connect Requests
<i>CONNECT</i>	Send a Connect Request
<i>CLOSE</i>	Close a Connection

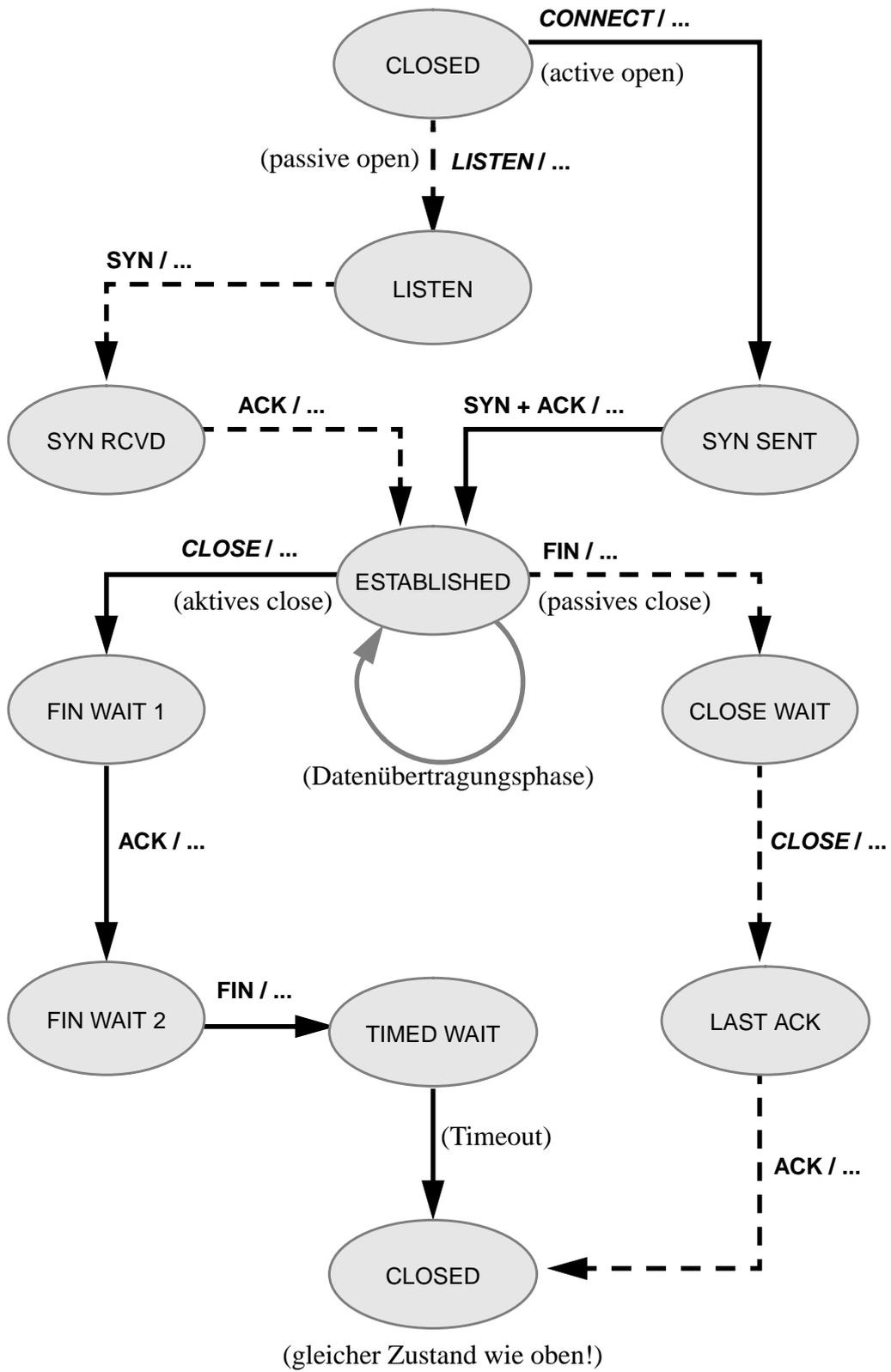
Die Nachrichten, die ein TCP-Automat senden kann, sind in folgender Tabelle aufgeführt und in der obigen Abbildung mit ② gekennzeichnet:

Abkürzung	Bedeutung
<b>SYN</b>	Establish a Connection
<b>ACK</b>	Acknowledgement Number is valid
<b>SYN+ACK</b>	Establish a Connection + Acknowledgement Number is valid
<b>FIN</b>	Release a Connection
<b>RST</b>	Reset a Connection

**Legende zum Automat:**

<b>Zustände</b>	<b>Erklärung</b>
CLOSED	es ist keine Verbindung aktiv oder dabei, aufgebaut zu werden
LISTEN	der Server wartet auf eingehenden Verbindungsaufbauwunsch
SYN RCVD	Verbindungsaufbauwunsch ist eingetroffen
SYN SENT	die Anwendung hat begonnen, eine Verbindung aufzubauen
ESTABLISHED	normale Datenübertragungsphase
FIN WAIT 1	die Anwendung hat mitgeteilt, daß sie die Verbindung abbaut
FIN WAIT 2	die andere Seite bestätigt, daß die Verbindung abgebaut werden kann
TIMED WAIT	Wartephase, bis alle Daten übertragen sind
CLOSE WAIT	die andere Seite initialisierte einen Verbindungsabbau
LAST ACK	Wartephase, bis alle Daten übertragen sind

(Kommentare sind in Klammern angegeben)



## **Aufgabe 6 (16 Punkte): Darstellungsschicht**

- (a) [4 Punkte] Erläutern Sie die Begriffe “Abstrakte Syntax” und “Transfersyntax”. Welchen Zusammenhang haben diese Begriffe mit ASN.1 und den Basic-Encoding-Rules (BER)?

- (b) [6 Punkte] Die folgende ASN.1-Spezifikation definiert den Datentyp *WebPageDescription*. Eine Instanz dieses Typs beschreibt ein WWW-Dokument mittels Titel (*title*), einer Autorenliste (*autoren*), einer URL (*url*), der Größe des Dokuments (*size*) in Kilobytes und optional einem Zugriffs-Zähler (*access*).

```

WebPageDescription ::=
    SEQUENCE {
        title PrintableString,
        autoren SEQUENCE OF PrintableString,
        url IA5String
        size INTEGER,
        access INTEGER OPTIONAL
    } webDescription WebPageDescription

```

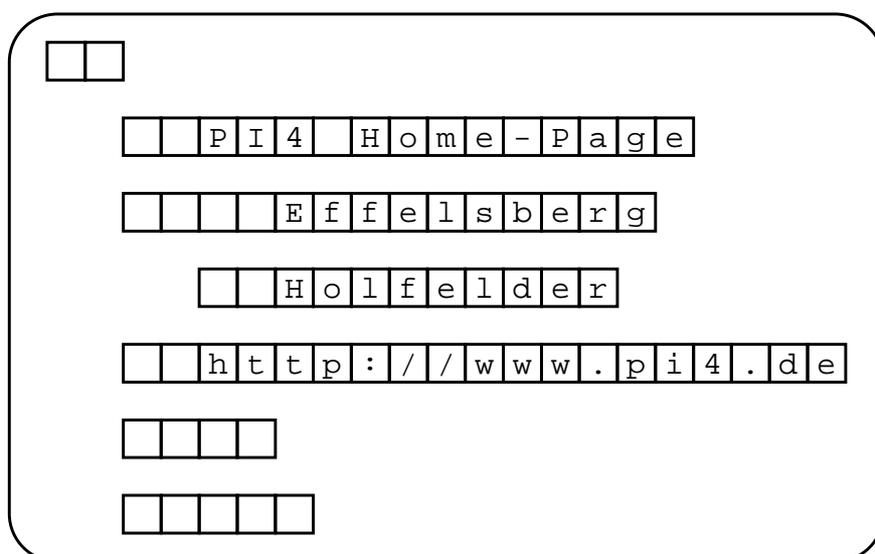
Eine Variable *x* vom Typ *WebPageDescription* habe folgende Werte:

```

x ::= {
    title = "PI4 Home-Page",
    autoren = { "Effelsberg", "Holfelder" },
    url = "http://www.pi4.de",
    size = 514,
    access = 263430
}

```

Die folgende Abbildung zeigt eine unvollständige Kodierung dieses Wertes gemäß den BER. In dieser Abbildung repräsentiert jede Zelle ein Byte (Oktett). Die Zellen sind fortlaufend zu interpretieren, wegen der besseren Lesbarkeit sind sie aber strukturiert dargestellt. mit Ausnahme der Zellen, die Zeichen enthalten, wird ihr Inhalt dezimal angegeben. Vervollständigen Sie die Kodierung und benutzen Sie dabei ebenfalls eine dezimale Darstellung. Benutzen Sie die Hilfestellung auf der folgenden Seite.



## Hilfestellungen:

Definition des Tagbytes:

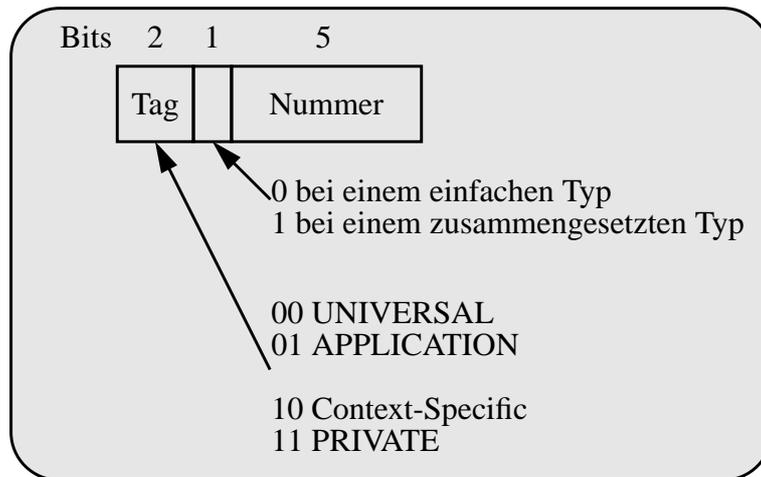


Tabelle für das Encoding von Universal Types:

Tag	Meaning
1	BOOLEAN
2	INTEGER
3	BIT STRING
4	OCTET STRING
5	NULL
6	OBJECT IDENTIFIER
7	OBJECT DESCRIPTOR
8	EXTERNAL
16	SEQUENCE and SEQUENCE OF
17	SET and SET OF
18	NumericString
19	PrintableString
20	TeletexString
21	VideotexString
22	IA5String
23	Generalized Time
24	UTCTime
25	GraphicString
27	GeneralString

(c) [3 Punkte] Welche Probleme können auftreten, wenn *size* OPTIONAL definiert wird?  
 Geben Sie eine Definition für *WebPageDescription* an, die diese Probleme vermeidet, ohne dabei die Reihenfolge (*titel*, *autoren*, *url*, *size*, *access*) zu ändern.

(d) [3 Punkte] Welche Auswirkung hat ihre Redefinition auf die BER-Kodierung aus Aufgabenteil (b)? Tragen Sie die Bytes, die sich geändert haben, mit ihren neuen Werten in die folgende Abbildung ein;

