

Aufgabe 1

Zuerst werden an den Datenblock 11101 drei Nullen angehängen, da das Generatorpolynom ein Polynom dritten Grades ist: $11101 \rightarrow 11101000$. Nun folgt die Division des neuen zusammengesetzten Datenblocks durch das Generatorpolynom x^3+1 :

```

11101000:1001=1111 Rest 110
  1001
  01111
  01001
  001100
  001001
  0001010
  0001001
  00000110 → Rest

```

Übertragen wird der Block 11101110, wobei die blauen Bits die Datenbits sind. Für den Transport von 5 Datenbits sind 3 Fehlerkorrekturbits notwendig, was einer max. Coderate von 62,5% entspricht.

Aufgabe 2

- Ethernet baut i.d.R. auf einer physikalischen Busverbindung (meist Koaxialkabel) auf, die im Broadcast-Betrieb arbeitet. Das verwendete Zugriffsverfahren nennt sich CSMA/CD (*carrier sense multiple access with collision detect*) und erkennt selbstständig, ob die Verbindungsleitung frei. Per Kollisionserkennung und werden sich überlagernde und damit störende Übertragungen verhindert.
- Repeater verstärken das Leitungssignal und führen ggf. eine Filterung durch, um äußere Einwirkungen zu unterdrücken und das Ursprungssignal wiederherzustellen. Sie stellen eine Schnittstelle zwischen zwei Segmenten dar.
Non-intelligent Bridges (Hubs) stellen zwischen zwei oder mehr Netzsegmenten eine Verbindung her. Dabei werden Frames bei Staus kurzzeitig zwischengespeichert.
Intelligent Bridges (Switches) arbeiten ähnlich wie Hubs, nur sorgen sie zusätzlich noch dafür, dass Netzsegmente, für die das Signal nicht bestimmt ist, dieses auch nicht erhalten. Switches unterlaufen damit teilweise die Broadcast-Eigenschaft des Ethernets.
Router verbinden zwei getrennte Netze miteinander (Bridges nur Netzsegmente !), sie sind auch als Gateways bekannt. Dazu ist eventuell Address-Translation (Erstellung virtueller IPs/Ports) oder Path-Finding (Wegoptimierung) notwendig, was bereits in den Bereich der OSI-Schicht 3 fällt. Die vorher erwähnte Netzhardware erledigt nur Aufgaben der OSI-Schicht 1.
- Twisted-Pair sind verdrehte Doppeladern, wie sie z.B. im Telefonnetz benutzt werden. Sie sind sehr kostengünstig, aber empfindlich gegenüber elektrischen Störungen und Beeinflussung durch benachbarte Leitungspaare.
Koaxialkabel werden u.a. für Kabelfernsehtetze verwendet. Sie bestehen aus einem isolierten Innenleiter und einem Außenleiter mit schützender Kunststoff-Ummantelung. Durch die koaxiale Anordnung wird erreicht, dass das elektrische Feld weitgehend innerhalb des Kabels bleibt und nicht nach außen strahlt. Dies ist der Grund für eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Einstrahlungen als Twisted-Pair.
- Glasfaserstrecken sind nahezu unempfindlich für äußere Einwirkungen, was einen großen Vorteil gegenüber elektrischen Kabeln (störende Magnetfelder) darstellt. Ebenso können sich mehrere gebündelte Glasfasern nicht beeinflussen.
Die Hauptsignalstörung erfolgt durch Materialeigenschaften in Form von Amplitudenabschwächungen des Lichtsignals. Oft sind unerwünschte Faserdotierungen die Ursache.

- e) IP (*internet protocol*) ist ein verbindungsloser Dienst, der die Grundlage der Kommunikation im Internet darstellt. Die Hauptaufgabe besteht darin, alle Daten in Datagramme zu verpacken, wobei jedes die vollen Adressierungsinformationen (Quelladresse, Zieladresse) und die zu transportierenden Daten enthält. Laut Spezifikation hat ein IPv4-Header den Aufbau:

0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Version				IHL				Type of Service								Total Length															
Identification								Flags				Fragment Offset																			
Time to Live				Protocol				Header Checksum																							
Source Address																															
Destination Address																															
Options												Padding																			

Mit diesen Informationen ist es möglich, alle im Internet notwendigen Routing-Aufgaben zu erfüllen. Dies betrifft sowohl Absender-/Empfängeradresse als auch gesteuertes Vernichten von fehlgeleiteten Datagrammen (Time to Live). Nebenbei werden noch Fehlerkorrekturtechniken und verschiedenen Sub-Protokolle unterstützt.

In der Definition ist auch ein Feld „Type of Service“ enthalten, das eine Priorität bestimmen kann (8 Abstufungen) und Verzögerung, Durchsatz und Zuverlässigkeit konfigurieren kann (jeweils 1 Bit). Mit IP wird nicht garantiert, dass ein verschicktes Datagramm auch tatsächlich den Empfänger erreicht. Für Streaming mag dies ausreichend sein (da eh UDP-basiert), für die meisten anderen Anwendungen muss TCP die Übertragungsqualität sicherstellen, daher spricht man selten nur von IP, sondern meist von TCP/IP. Für den Einsatz in Realtime-Netzwerken ist dies aber zu wenig, daher würde ich IP als Quality-of-Service-frei bezeichnen. Das QoS-Konzept wurde wesentlich konsequenter in ATM-Umgebung u.ä. umgesetzt.

Aufgabe 3

Wenn der Hammingcode beim Decodieren das Tripel $e = \langle 0, 0, 0 \rangle$ erzeugt, so enthalten die Daten weder Einzelbit- noch Zweibitfehler. Während man bei ersteren problemlos eine Korrektur durchführen kann (durch einfache Negation des betroffenen Bits), ist man bei letzteren nur in der Lage sie zu erkennen. Hier bietet es sich an, den Sender zum erneuten Übertragen der Daten aufzufordern.

Tabellarisch stellt sich die Situation des Decodierers wie folgt dar:

e_1	e_2	e_3	Schlussfolgerung
0	0	0	fehlerfrei
0	0	1	c_3 falsch
0	1	0	c_2 falsch
0	1	1	a_4 falsch
1	0	0	c_1 falsch
1	0	1	a_1 falsch
1	1	0	a_3 falsch
1	1	1	a_2 falsch

Ich möchte noch einmal darauf hinweisen, dass das Tripel $e = \langle 0, 0, 0 \rangle$ nicht unbedingt mit Fehlerfreiheit gleichzusetzen ist, da durch mehr als zwei fehlerhafte Bits sich die Fehler eventuell gegenseitig in den Gleichungen kompensieren. Es empfiehlt sich deshalb, mehrere Fehlererkennungsverfahren zu kombinieren, um die Restfehlerwahrscheinlichkeit zu minimieren. Am interessantesten in diesem Bereich sind zweifelsohne Reed-Solomon-Codes.

Der Hammingcode kann allgemein mit k Kontrollbits $2^k - 1$ Datenbits überdecken. Zwar kann man durch Wahl eines großen k die Coderate deutlich verbessern, allerdings sinkt auch die Fehlererkennung/-korrektur erheblich, da man stets nur max. 1 Fehler pro Codewort ausmerzen kann.

Aufgabe 4

Das *basic reference model* „open systems interconnection“, kurz OSI-Referenzmodell, wurde geschaffen, um ein Modell geschichteter abstrakter Maschinen zu erhalten, die in diesem Zusammenhang auf einer einheitlichen Terminologie aufbauen und einen konkreten Schichtungsvorschlag festlegen, der auf 7 Schichten basiert.

Eine einzelne Schicht enthält einen oder mehrere Dienste, sie benutzt Dienste der nächstniedrigeren Schicht als Basisdienste und bietet ihre Funktionalität Diensten der nächsthöheren Schicht (Nutzern) an. Dienste derselben Schicht entsprechen einer bestimmten Qualitäts- und Leistungsklasse. Für die niedrigste Schicht ersetzt das physikalische Übertragungsmedium den Basisdienst, für die höchste Schicht sind Anwendungsprozesse die Nutzer.

Schicht	Bezeichnung	Funktionalität
1	Bitübertragungsschicht <i>Ph</i>	handhabt den Bitstrom zwischen physisch verbundenen Systemen, entsprechende Dienste legen die elektrische Darstellung der Bits (Leitungscodierung) und Eigenschaften von Kabeln und Steckern fest
2	Sicherungsschicht <i>D</i>	bietet einen gesicherten Bitstrom zwischen physisch verbundenen Systemen, indem der Bitstrom in nummerierte und quittierte Pakete (frames) zerlegt wird
3	Vermittlungs- oder Netzwerkschicht <i>N</i>	durchgehender Pakettransport zwischen Endsystemen mittels Routing (Wegewahl und Vermittlung)
4	Transportschicht <i>T</i>	Übertragung von Datenpaketen zwischen Betriebssystemprozessen, verbirgt Netztopologie; diese peer-to-peer-Übertragung ist i.d.R. verbindungsorientiert
5	Kommunikationssteuerungsschicht <i>S</i>	erlaubt Strukturierung einzelner oder mehrerer Transportverbindungen u.a. durch Aufrufrechteverteilung unter Nutzern für Dienste
6	Darstellungsschicht <i>P</i>	harmonisierte Datendarstellung für heterogene Endsysteme durch Übersetzung in eine einheitliche Transfersyntax, Loslösung von architektur-bedingten Binärcodierungen
7	Anwendungsschicht <i>A</i>	enthält Dienstelemente für wiederkehrende, allgemeine Aufgaben sowie Dienstelemente für spezielle Anwendungsklassen

(entnommen aus dem „Informatik-Handbuch, 2.Auflage“ von Rechenberg/Pomberger, 1999, Hanser Verlag)

Das OSI-Modell zielt auf einen hohen Abstraktionsgrad der einzelnen Schichten ab. Keine Schicht muss detailliertes Wissen über den Aufbau der darunterliegenden Schichten haben, lediglich die Schnittstelle dazu muss eindeutig definiert sein. Dies befreit die Netzverbindung von möglichen architektur-bedingten Hindernissen und erlaubt somit eine Verbindung zwischen inhomogenen Systemen, wie dies z.B. im Internet ständig der Fall ist.

Der größte Kritikpunkt am OSI-Modell besteht darin, dass jede der 7 Schichten zu den zu übertragenden Daten einen eigenen Protokoll-Overhead hinzufügt. Dies reduziert den effektiven Durchsatz beträchtlich. Die Problematik wirkt sich nicht nur auf die Auslastung des Übertragungsmediums aus, auch benötigt der Protokollstack viel Rechenzeit, die aufwändige Prozessoren voraussetzt.