

## Übungen zu Ideen der Informatik

<https://www.mpi-inf.mpg.de/departments/algorithms-complexity/teaching/winter21/ideen/>

### Blatt 7: Internet

Abgabeschluss: 13.12.2021

### Aufgabe 1 Fehlerkorrigierende Codes (10 Punkte)

Alice möchte an Bob die (unkodierte) Zahlenfolge 2 5 7 kommunizieren.

- a) Bestimmen Sie das eindeutige Polynom  $p(x)$  vom Grad  $< 3$  mit  $p(1) = 2$ ,  $p(2) = 5$  und  $p(3) = 7$  und prüfen Sie durch Einsetzen von 1, 2 und 3 für  $x$ , dass Sie das richtige Polynom bestimmt haben. (6 Punkte)

Zur Erinnerung: Ein Polynom vom Grad  $< 3$  hat die Form  $a \cdot x^2 + b \cdot x^1 + c \cdot x^0$ , wobei  $a$ ,  $b$  und  $c$  auch gleich Null sein können.

#### Lösung:

Ein generisches Polynom vom Grad  $< 3$  ist  $a \cdot x^2 + b \cdot x^1 + c \cdot x^0$ . Das zu lösende Gleichungssystem ist nun:

$$\begin{aligned} a \cdot 1^2 + b \cdot 1^1 + c \cdot 1^0 &= a + b + c = 2 \\ a \cdot 2^2 + b \cdot 2^1 + c \cdot 2^0 &= 4a + 2b + c = 5 \\ a \cdot 3^2 + b \cdot 3^1 + c \cdot 3^0 &= 9a + 3b + c = 7 \end{aligned}$$

Wir ziehen zunächst die erste Gleichung von der zweiten und der dritten Gleichung ab:

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow a + b + c &= 2 \\ 3a + b &= 3 \\ 8a + 2b &= 5 \end{aligned}$$

Nun ziehen wir die zweite Gleichung zweimal von der dritten Gleichung ab:

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow a + b + c &= 2 \\ 3a + b &= 3 \\ 2a &= -1 \end{aligned}$$

Schließlich teilen wir die dritte Gleichung durch 2, um den Koeffizienten  $a$  zu erhalten, und stellen auch gleich die anderen Gleichungen so um, dass wir einfach die anderen Koeffizienten erhalten können:

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow c &= 2 - a - b \\ b &= 3 - 3a \\ a &= -\frac{1}{2} \end{aligned}$$

Damit ergeben sich  $a = -\frac{1}{2}$ ,  $b = 3 + \frac{3}{2} = \frac{9}{2}$  und  $c = 2 + \frac{1}{2} - \frac{9}{2} = 2 - 4 = -2$ . Das gesuchte Polynom ist also  $p(x) = -\frac{1}{2}x^2 + \frac{9}{2}x - 2$ .

Kontrolle:

$$p(1) = -\frac{1}{2} + \frac{9}{2} - 2 = 4 - 2 = 2$$

$$p(2) = -\frac{1}{2}4 + \frac{9}{2}2 - 2 = 9 - 4 = 5$$

$$p(3) = -\frac{1}{2}9 + \frac{9}{2}3 - 2 = -\frac{9}{2} + \frac{27}{2} - 2 = 9 - 2 = 7$$

- b) Welche (kodierte) Zahlenfolge sendet Alice an Bob, wenn sie die Reed-Solomon-Kodierung zur Kommunikation benutzt und sicherstellen will, dass Bob die Zahlenfolge auch dann noch rekonstruieren kann, wenn bei der Übertragung zwei Fehler auftreten (mit Begründung)? (2 Punkte)

**Lösung:**

$$p(4) = -\frac{1}{2}4^2 + \frac{9}{2}4 - 2 = -8 + 18 - 2 = 8$$

$$p(5) = -\frac{1}{2}5^2 + \frac{9}{2}5 - 2 = 10 - 2 = 8$$

$$p(6) = -\frac{1}{2}6^2 + \frac{9}{2}6 - 2 = 7$$

$$p(7) = -\frac{1}{2}7^2 + \frac{9}{2}7 - 2 = 5.$$

Die gesendete Zahlenfolge ist also 2 5 7 8 8 7 5.

- c) Wie lang ist die Zahlenfolge, die Alice senden muss, wenn sie die Reed-Solomon-Kodierung zur Kommunikation benutzt und sicherstellen will, dass Bob die Zahlenfolge auch dann noch rekonstruieren kann, wenn bei der Übertragung *drei* Fehler auftreten (mit Begründung)? (2 Punkte)

**Lösung:**

Bei der Reed-Solomon-Kodierung müssen  $2d$  zusätzliche Zahlen gesendet werden, damit  $d$  Fehler erkannt werden können. Hier ist  $d = 3$ , d.h. es müssen zusätzlich zu den 3 Ausgangszahlen noch 6 weitere Zahlen gesendet werden. Daher muss Alice eine Zahlenfolge der Länge  $3 + 6 = 9$  senden.

## Aufgabe 2 Grundprinzipien (10 Punkte)

- a) Das Internet ist in Schichten konstruiert, die über klar definierte *Schnittstellen* und *Protokolle* miteinander interagieren. Sie bestellen beim Online-Händler Ihres Vertrauens mehrere Bücher, die nicht alle zur gleichen Zeit lieferbar sind. Übertragen Sie die Schichtenarchitektur des Internets auf Ihren Bestellvorgang, d.h. stellen Sie dar, welche Schichten es bei Ihrem Bestellvorgang gibt und welche Dienste diese Schichten jeweils bereitstellen oder benötigen. (4 Punkte)

**Lösung:**

Eine mögliche Analogie ist:

- Application Layer (in den Slides: Data Layer): Website des Online-Stores, bietet End-to-End Möglichkeit zum gemeinsamen Kauf mehrerer Bücher unabhängig von der Lieferzeit.
- Transport Layer: Abwicklung des Kaufvorgangs durch den Online-Händler, Zuordnung einer Vorgangsnummer, Aufteilung einer Sendung in einzelne Pakete
- Network Layer: Transport einzelner Pakete durch Logistikunternehmen
- Link Layer: Physischer Transport einzelner Pakete mithilfe eines Transportmittels (Flugzeug, Schiff, Lastwagen, Mensch)

- b) Nennen Sie zwei Vorteile einer solchen Schichtenarchitektur (mit Erläuterung). (2 Punkte)

**Lösung:**

Zu den Vorteilen gehören:

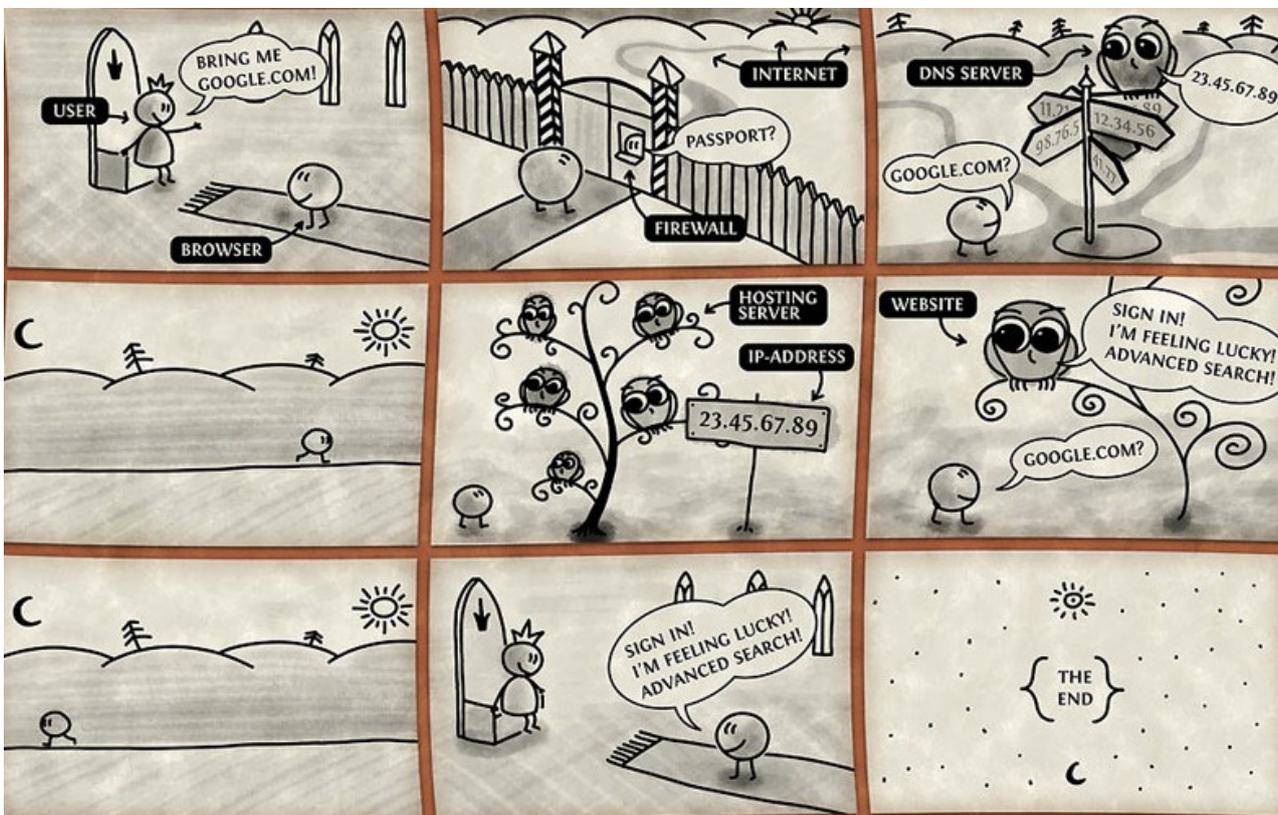
- Die konkrete Realisierung einer einzelnen Schicht ist für die anderen Schichten irrelevant (geringe *Kopplung*), sodass sie u.a. geändert werden kann, ohne dass andere Schichten sich anpassen müssen.
- Jede Schicht ist für eine konkrete Aufgabe zuständig (hohe *Kohäsion*), auf die sie sich spezialisieren und die von Spezialisten realisiert werden kann.
- Durch die klare Definition von Schnittstellen und Protokollen wird ein System mit Schichtenarchitektur wird das System für Menschen, die es benutzen oder warten müssen, besser verständlich.

c) Anwendungen, die auf dem Internet aufbauen, folgen häufig der *Client-Server-Architektur*. Informieren Sie sich über diese Architektur und erklären Sie in Ihren eigenen Worten, wie sie funktioniert. Erläutern Sie dabei auch die Begriffe *Client*, *Server*, *Service*, *Request* und *Response*. (2 Punkte)

**Lösung:**

Ein *Client* nutzt einen durch einen *Server* angebotenen *Service*, indem er ihm eine *Request* sendet und (hoffentlich) eine *Response* erhält. Beispielsweise fragen Sie bei einem Web-Server nach einer Webseite und dieser liefert die Webseite in seiner Antwort.

d) Erklären Sie den folgenden Comic. (2 Punkte)



(Picture Credit: [http://www.vladstudio.com/wallpaper/?how\\_internet\\_works](http://www.vladstudio.com/wallpaper/?how_internet_works))

**Lösung:**

Der Comic stellt dar, wie der Aufruf einer Webseite hinter den Kulissen abläuft. Der User benutzt den Browser als Client, um eine durch eine URL spezifizierte Webseite aufzurufen. Der Browser begibt sich, ggf. nach Passage einer Firewall, ins Internet und fragt zunächst einen DNS-Server nach der IP-Adresse der Webseite zu fragen. Nachdem er eine Antwort vom DNS-Server erhalten hat, begibt er sich zu der in dieser genannten IP-Adresse, um den Server, der die Webseite hostet, nach deren Inhalt zu fragen. Diesen Inhalt nimmt er in Empfang und kehrt damit zum User zurück, dem er den Inhalt anzeigt.

### Aufgabe 3 Ports (10 Punkte)

Sie kennen bereits MAC-Adressen (Kommunikation zwischen Rechnern in demselben Netzwerk) und IP-Adressen (Kommunikation zwischen Rechnern in verschiedenen Netzwerken). Da Rechner aus verschiedenen Gründen miteinander kommunizieren können, gibt es zusätzlich sogenannte *Ports*, um mehrere Verbindungen zwischen zwei Rechnern voneinander zu unterscheiden.

- a) Port-Nummern haben 16 Bits. Wie viele Verbindungen zwischen denselben zwei Rechnern können Sie mit Port-Nummern unterscheiden, und was ist die kleinste und was die größte Port-Nummer im Dezimalnotation (mit Begründung)? (2 Punkte)

**Lösung:**

Es gibt  $2^{16} = 65\,536$  Port-Nummern, wobei die kleinste Nummer 0 und die größte 65 535 ist.

- b) Für einige häufig verwendete Anwendungen sind bestimmte Port-Nummern reserviert. Finden Sie heraus, welche Anwendungen mit den folgenden Port-Nummern verbunden sind, stellen Sie in 1-2 Sätzen die jeweilige Funktionalität dieser Anwendungen dar, und geben Sie an, ob (und ggf. in welchem Kontext) Sie diese Ports bereits genutzt haben. (8 Punkte)

- (1) Port 20

**Lösung:**

File Transfer Protocol (FTP). Datentransfer nach dem Client-Server-Modell.

- (2) Port 22

**Lösung:**

Secure Shell (SSH). Kryptographisch gesicherte Ausführung von Netzwerkanwendungen.

- (3) Port 25

**Lösung:**

Simple Mail Transfer Protocol (SMTP). Emailversand.

- (4) Port 53

**Lösung:**

Domain Name System (DNS). Abfrage von Domainnamen nach dem Client-Server-Modell.

- (5) Port 80

**Lösung:**

Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Aufruf von Websites nach dem Client-Server-Modell.

- (6) Port 110

**Lösung:**

Post Office Protocol (POP3). Emailabruf, Variante 1. Lädt Emails herunter ohne Synchronisierung zwischen Geräten.

- (7) Port 143

**Lösung:**

Internet Message Access Protocol (IMAP). Emailabruf, Variante 2. Synchronisiert Emails zwischen dem Server und allen Emailprogrammen.

- (8) Port 443

**Lösung:**

HTTP Secure (HTTPS). HTTP mit Verschlüsselung.

Ich habe für die Videos, die Nachbereitung und das Übungsblatt etwa  Stunden gebraucht. (Ann-Sophie fertigt aus diesen Zahlen eine Statistik an. Kurt und Corinna sehen nur diese Statistik. Wir möchten wissen, ob der Schwierigkeitsgrad in etwa richtig ist.)

Internet war spannend  okay  langweilig   
schwierig  okay  einfach