

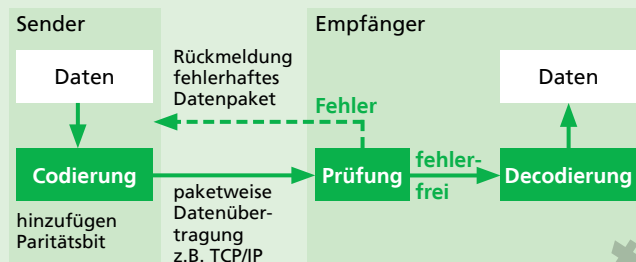
## Themen

	Seite	
Barcode (EAN)	A-2	1
QR-Code	A-5	2
Paritätsbit	A-8	3
Prüfziffer	A-11	4
Vorwärtsfehlerkorrektur	A-15	5
Datenstruktur Liste	A-18	6
Datenstruktur Baum	A-20	7
Datenstruktur Graph	A-22	8
Hexadezimale Zahlen	A-25	9

# Vorwärtsfehlerkorrektur

Durch technische Probleme oder äußere Einflüsse können bei der Übertragung von Daten Fehler auftreten. Sie können zur Veränderung einzelner Bits oder ganzer Datenpakete führen. Zu einer sicheren Datenübertragung gehören daher auch Maßnahmen zur Fehlererkennung und -korrektur.

Seit den frühen 1970er Jahren beruht die Datenübertragung im Internet auf dem Protokoll TCP/IP. Sender und Empfänger stehen während der Datenübertragung über dieses Protokoll in ständigem Kontakt zueinander. Beim Empfänger werden ankommende Daten auf Fehler überprüft. Dabei werden Paritätsbits genutzt, die beim Sender im Zuge der Codierung zu den Datenpaketen hinzugefügt wurden. Wird ein Fehler festgestellt, erfolgt eine Rückmeldung an den Sender und das betreffende Datenpaket wird erneut übertragen.

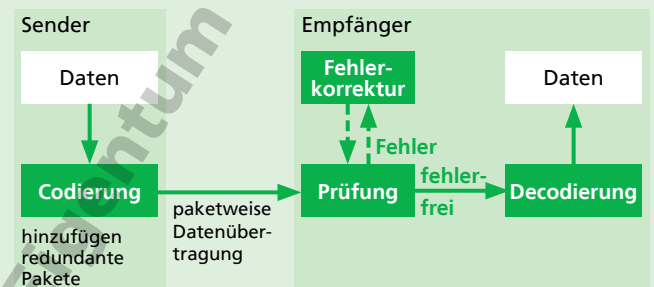


Ablaufschema Rückwärtsfehlerkorrektur

Da die Fehlerkorrektur eine Rückmeldung an den Sender erfordert, nennt man diese Art der Fehlerkorrektur auch Rückwärtsfehlerkorrektur. Sie benötigt kaum zusätzliche Übertragungskapazität, ist durch die mehrfache Übertragung fehlerhafter Pakete aber langsam.

Für Anwendungen, in denen es auf schnelle Datenübertragung ankommt, wie beim digitalen Antennenfernsehen (DVB), beim Mobilfunk oder aber auch beim Abspielen einer gewöhnlichen Audio-CD ist die Rückwärtsfehlerkorrektur daher nicht geeignet. Hier wird stattdessen die so genannte Vorwärtsfehlerkorrektur eingesetzt.

Statt eines Paritätsbits werden den Datenpaketen bei der Vorwärtsfehlerkorrektur beim Codieren zusätzliche, redundante Datenpakete hinzugefügt. Werden beim Empfänger Datenfehler festgestellt, können die fehlerhaften Datenpakete direkt beim Empfänger anhand dieser redundanten Daten wiederhergestellt werden.



Ablaufschema Vorwärtsfehlerkorrektur

Da bei der Vorwärtsfehlerkorrektur die Rückmeldungen an den Sender und die mehrmalige Übertragung einzelner Datenpakete entfallen, ist dieses Verfahren deutlich schneller. Die zusätzlich übertragenen redundanten Datenpakete benötigen jedoch zusätzliche Übertragungskapazität.

## Redundanzpaket erzeugen und verlorene Pakete wiederherstellen mit dem XOR-Operator

Für das Erzeugen der Redundanzpakete wird z. B. der XOR-Operator verwendet. XOR ist die Kurzform für „eXclusive OR“ (deutsch exklusiv oder) und zählt zu den logischen Operatoren. Verknüpft man zwei Bits miteinander, ist das Ergebnis eine 1, wenn die Bits unterschiedlich sind.

$$0 \text{ XOR } 0 = 0 \quad 1 \text{ XOR } 0 = 1$$

$$0 \text{ XOR } 1 = 1 \quad 1 \text{ XOR } 1 = 0$$

Auch zwei Datenpakete lassen sich auf diese Weise Bit für Bit mit dem XOR-Operator verknüpfen:

P1	1	0	1	0	1	0	1	0
P2	0	0	1	1	0	0	1	1
<b>P1 XOR P2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>

Das wird für das Erzeugen von Redundanzpaketen aus mehreren verknüpften Datenpaketen genutzt.

Die drei Datenpakete P1, P2 und P3 werden beispielsweise um ein Redundanzpaket PR ergänzt, indem sie über die Formel  $PR = (P1 \text{ XOR } P2) \text{ XOR } P3$  verknüpft werden.

P1	1	0	1	0	1	0	1	0
P2	0	0	1	1	0	0	1	1
P3	0	0	0	0	1	1	1	1
P1 XOR P2	1	0	0	1	1	0	0	1
$PR = (P1 \text{ XOR } P2) \text{ XOR } P3$	1	0	0	1	0	1	1	0

Kommt eines der drei Datenpakete beim Empfänger nicht an und ist bekannt, welches der drei Pakete fehlt, lässt es sich aus den übrigen drei Paketen wiederherstellen.

$$P1 = (PR \text{ XOR } P3) \text{ XOR } P2 \quad P2 = (PR \text{ XOR } P1) \text{ XOR } P3$$

$$P3 = (PR \text{ XOR } P2) \text{ XOR } P1$$

# Vorwärtsfehlerkorrektur

## Aufgabe 1

Beschreibe den Ablauf der Vorwärtsfehlerkorrektur.

Beim Codieren werden den Datenpaketen zusätzliche, redundante Datenpakete hinzugefügt.

Beim Empfänger werden die Daten auf Fehler geprüft. Werden Datenfehler festgestellt, werden die fehlerhaften Datenpakete anhand der redundanten Daten wiederhergestellt.

## Aufgabe 2

Vergleiche die Rückwärtsfehlerkorrektur und die Vorwärtsfehlerkorrektur in Bezug auf die benötigte Übertragungskapazität und die Übertragungsgeschwindigkeit.

	Rückwärtsfehlerkorrektur	Vorwärtsfehlerkorrektur
Übertragungskapazität	kaum zusätzliche Übertragungskapazität nötig	zusätzliche Kapazität für die Übertragung der Redundanzpakete nötig
Übertragungsgeschwindigkeit	gering aufgrund mehrmaliger Übertragung fehlerhafter Pakete	hoch, da alle Pakete nur einmal übertragen werden müssen

## Aufgabe 3

Warum ist die Datenübertragung mittels Vorwärtsfehlerkorrektur schneller als mittels Rückwärtsfehlerkorrektur?

Rückmeldungen an den Sender und mehrmalige Übertragung fehlerhafter Datenpakete führen bei der Rückwärtsfehlerkorrektur zu einer geringen Übertragungsgeschwindigkeit.

Durch die Wiederherstellung fehlerhafter Datenpakete direkt beim Empfänger sind keine Rückmeldungen an den Sender nötig und alle Datenpakete müssen nur einmal übertragen werden. Dadurch ist die Übertragungsgeschwindigkeit höher als bei der Rückwärtsfehlerkorrektur.

# Vorwärtsfehlerkorrektur

## Aufgaben 4

Wie lautet das Redundanzpaket PR, das aus den folgenden Datenpaketen mit Hilfe des XOR-Operators ermittelt wird?

<b>P1</b>	1	0	0	1	1	0	0	1
<b>P2</b>	1	1	1	0	1	1	1	0
<b>P3</b>	0	1	0	0	1	1	0	0

$P1 \text{ XOR } P2$	0	1	1	1	0	1	1	1
$PR = (P1 \text{ XOR } P2) \text{ XOR } P3$	0	0	1	1	1	0	1	1

## Aufgabe 5

Bei der Übertragung ging das Datenpaket P3 verloren. Stelle es mit Hilfe des Redundanzpakets PR und des XOR-Operators wieder her.

<b>P1</b>	1	0	0	1	0	0	0	1
<b>P2</b>	1	1	1	0	1	0	1	1
<b>P3</b>								
<b>PR</b>	0	0	0	1	0	0	0	1

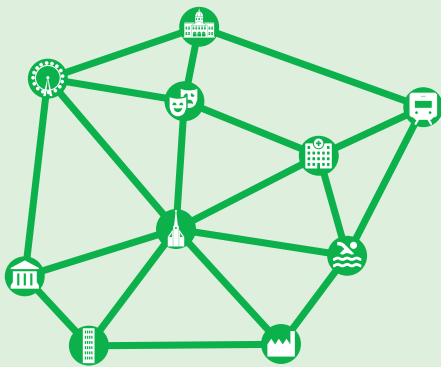
$PR \text{ XOR } P2$	1	1	1	1	1	0	1	0
$P3 = (PR \text{ XOR } P2) \text{ XOR } P1$	0	1	1	0	1	0	1	1

# Datenstruktur Graph

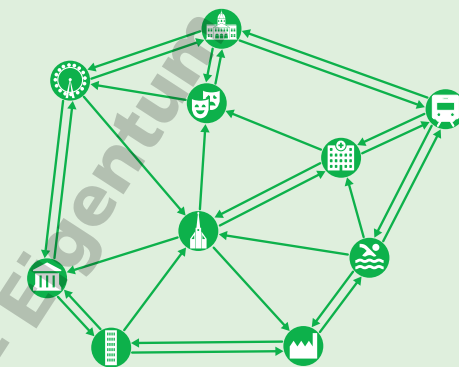
Der Graph ist eine dynamische Datenstruktur, mit der sich vernetzte Strukturen wie Straßenverbindungen, Rohrleitungs- und Telefonnetze oder auch soziale Netzwerke abbilden lassen.

Graphen bestehen aus Knoten und Kanten, die jeweils zwei Knoten miteinander verbinden. Innerhalb eines Graphen führt von jedem Knoten ein Weg zu jedem anderen Knoten.

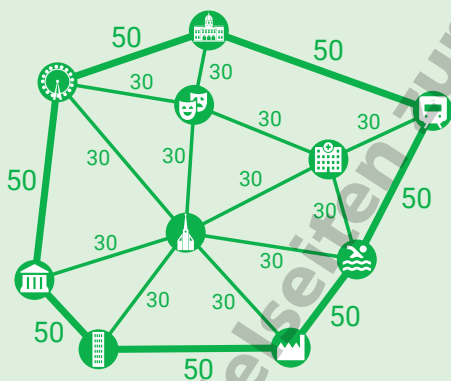
Man unterscheidet vier grundlegende Arten von Graphen:



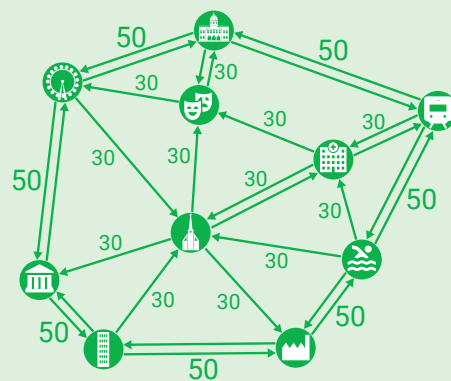
Ungerichtete Graphen zeigen nur die bestehenden Verbindungen der Knoten. In unserem Beispiel sind das die Straßen, die von einer Sehenswürdigkeit unserer kleinen Stadt zur anderen führen.



Der gerichtete Graph enthält zusätzlich Informationen über die Richtung der Verbindungen. In unserem Beispiel gibt es Einbahnstraßen und Straßen mit Gegenverkehr, die im Graph als einzelne und doppelte Pfeile dargestellt sind.



In einem ungerichteten, gewichteten Graph lassen sich Eigenschaften der Wegstrecken abbilden, die durch eine Kante repräsentiert werden. Das können beispielsweise Entfernungen in einem Straßennetz oder Durchflussmengen in einem Rohrleitungsnetz sein. In unserem Beispiel lassen sich so die unterschiedlichen zulässigen Höchstgeschwindigkeiten darstellen.

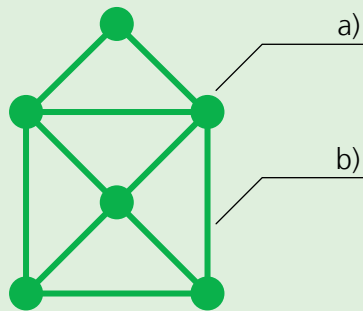


Ein gerichteter, gewichteter Graph vereint beide Möglichkeiten. In ihm lassen sich sowohl die Richtung der Verbindungen als auch Eigenschaften der Wegstrecken (Kanten) abbilden. In unserem Beispiel lassen sich auf diese Weise die Einbahnstraßen und die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten abbilden.

# Datenstruktur Graph

## Aufgabe 1

Benenne die Teile des Graphen.



- a) Knoten  
b) Kante

## Aufgabe 2

Worin besteht der Unterschied zwischen einem Baum und einem Graph?

Innerhalb eines Graphen führt von jedem Knoten ein Weg zu jedem anderen Knoten. Es gibt keine hierarchischen Beziehungen zwischen den Knoten eines Graphen. Alle Knoten sind gleichwertig.

In einem Baum besteht eine hierarchische Beziehung vom Wurzelknoten bis hinunter zu einem Blatt. Innerhalb eines Baumes gibt es von der Wurzel zu jedem Knoten einen eindeutigen Pfad.

## Aufgabe 3

Nenne Beispiele aus dem Alltag, die sich mit Hilfe von Graphen darstellen lassen, und zwar als

- a) ungerichteter Graph  
Autobahnnetz,  
Stromnetz,  
Soziales Netzwerk
- b) gerichteter Graph  
Abwassernetz mit Fließrichtung,  
Straßennetz mit Einbahnstraßen  
Fluchtwegplan in einem Gebäude
- c) gewichteter Graph  
Autobahnnetz mit Entfernungen,  
Rohrleitungsnetz mit unterschiedlichen Rohrquerschnitten  
Busliniennetz mit Fahrzeiten

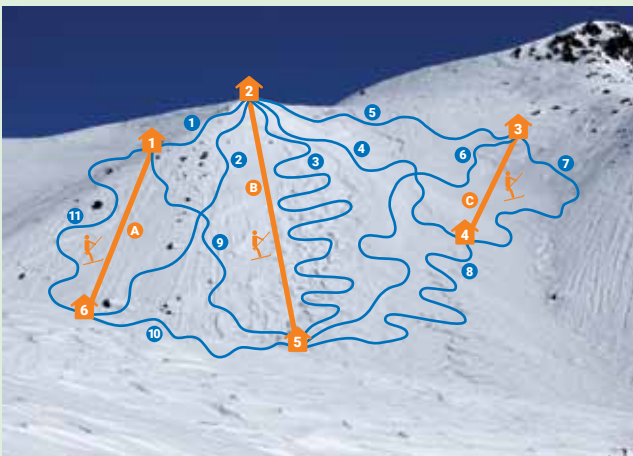
# Datenstruktur Graph

## Aufgabe 4

Zeichne unser kleines Skigebiet im Bild als Graph, und zwar als

- a) ungerichteter Graph
- b) gerichteter Graph
- c) gewichteter Graph

Dabei gehen wir davon aus, dass mit den Schleppliften nur bergauf und auf den Pisten nur bergab gefahren wird.



1 Lichtmoosabfahrt 800 m	8 Familienabfahrt 2500 m
2 Kitzsteinabfahrt 3300 m	9 Jägerabfahrt 2800 m
3 Sonneckabfahrt 3800 m	10 Grafenwiese 1400 m
4 Zirbentalabfahrt 3100 m	11 Schafalpeabfahrt 2700 m
5 Fuchsbergabfahrt 2600 m	A Schafalpelift 1300 m
6 Angentalabfahrt 3500 m	B Kitzsteinlift 2700 m
7 Breitspitzabfahrt 1500 m	C Breitspitzlift 800 m

Foto: Natalia Kollegova (Pixabay)

