

# CS UNPLUGGED

Computer Science without a computer



Compi-Treff Wattwil 7. September 2017  
Corinne Fust

# Urheberrechte

## CS unplugged

Auf der Internetseite <http://csunplugged.org/> findet man alle Übungen und Videos.  
Oder auf dem youtube-Kanal: <https://www.youtube.com/user/csunplugged>

Created by

Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows

Adapted for classroom use by Robyn Adams and Jane McKenzie

Illustrations by Matt Powell

2015 Revision by Sam Jarman

Deutsche Übersetzungen von Maexl Stege, Jaqueline Staub, Arno Liegmann

Das ganze Buch wird bis Ende 2017 neu überarbeitet.

[code.org](http://code.org)

Auf dieser Seite sind ebenfalls viele Ideen zu finden, einige Arbeitsblätter sind von dort adaptiert.

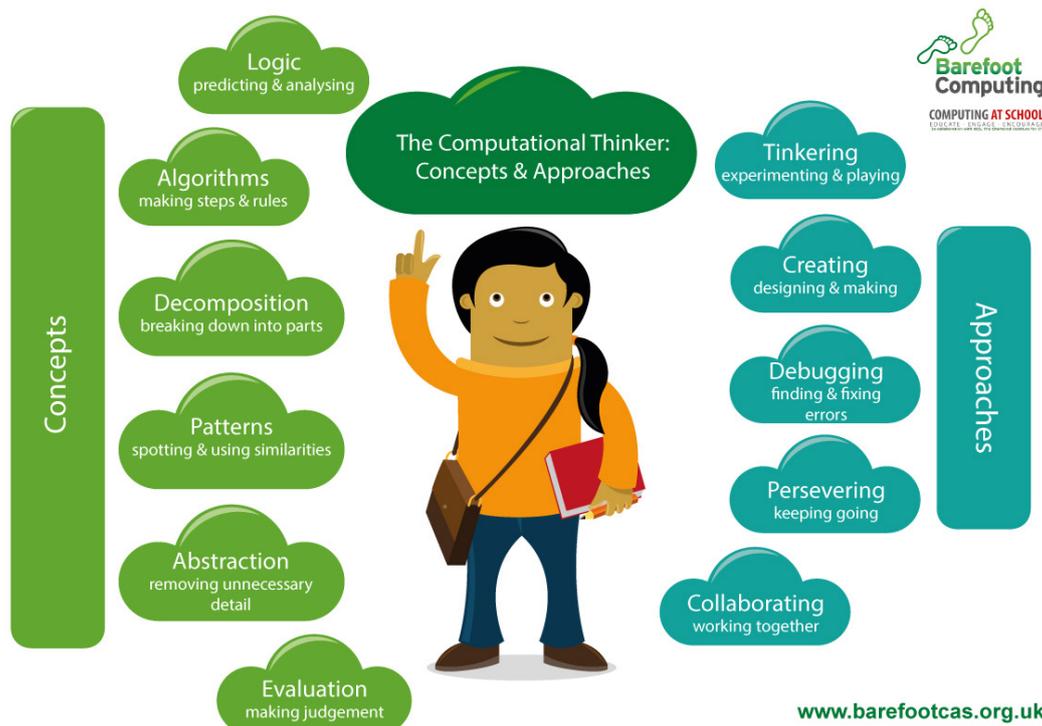
# Was ist CS unplugged?

Mit **C**omputer **S**cience unplugged können computertechnische Probleme und Fragestellungen gelöst werden, ohne einen Computer zu benutzen. Es geht darum zu erfahren: Wie funktionieren Computer? Wie denken sie?

Es geht nicht nur einfach um Programmieren und Codieren, sondern darum das „Computational Thinking“ zu erlernen, um komplexe Probleme zu lösen. Ein grosses Problem wird in kleinere Einheiten zerlegt („decomposition“), es wird nach Mustern gesucht („pattern recognition“), man sucht und verwendet Algorithmen und versucht bestimmte Probleme vom aktuellen Kontext zu abstrahieren und zu generalisieren.

Um Computer zu verstehen und um programmieren zu lernen, braucht es verschiedene Fähigkeiten:

- Lernen durch aktives Tun
- Lernen aus Fehlern
- vorausschauendes und vernetzendes Denken
- logisches und analytisches Denken
- Problemlösekompetenzen und das Finden eigener, kreativer Lösungswege
- mathematisches Verständnis
- Symbolverständnis
- Raumvorstellungsvermögen
- Kreativität und Vorstellungskraft
- sprachliche Kompetenzen
- Teamfähigkeit und soziale Kompetenzen
- eine Aufgabe in einzelne Arbeitsschritte zerlegen und diese nacheinander ausführen (entspricht dem „Sequencing“ beim Programmieren) oder eine Serie von Arbeitsschritten solange zu wiederholen, bis die Aufgabe abgeschlossen ist („Loop“)



# Aufgaben für Zyklus I

## Anweisungen folgen

### 1. Zeichnungsdiktat

- a. Die LP diktiert den SuS eine einfache Zeichnung.
- b. Die SuS zeichnen selbst eine kleine Zeichnung und diktieren sich gegenseitig eine einfache Zeichnung.
- c. Sie sollen dabei merken, dass sie ganz genaue Anweisungen geben müssen, damit die Zeichnung genau gleich aussieht.

### 2. Nachbauen

Mit Legosteinen ein einfaches Gebäude konstruieren, wobei ein zweites Kind genau zusieht und versucht sich die einzelnen Arbeitsschritte zu merken bzw. sich diese notiert. Nun kommt ein drittes Kind hinzu, das das Gebäude nach den Anweisungen des zweiten Kindes nachbauen soll. auch hier wird eine Aufgabe in seine einzelnen Arbeitsschritte zerlegt und diese werden nacheinander ausgeführt. Am Schluss kann die LP noch Anweisungen beim Aufräumen geben: „Wenn du alle roten Bausteine aufgeräumt hast, beginne mit den blauen Bausteinen und wiederhole die Aufgabe.“

### 3. Tanzen

Beim Tanzen werden einzelne Schrittsequenzen zur selben Musik wiederholt, so lernen die Kinder nicht nur Algorithmen, sondern gleich auch Schleifen kennen. (Ein Algorithmus ist eine Anweisung, Schleifen sind Wiederholungen von Algorithmen)

## Zählen und Vergleichen

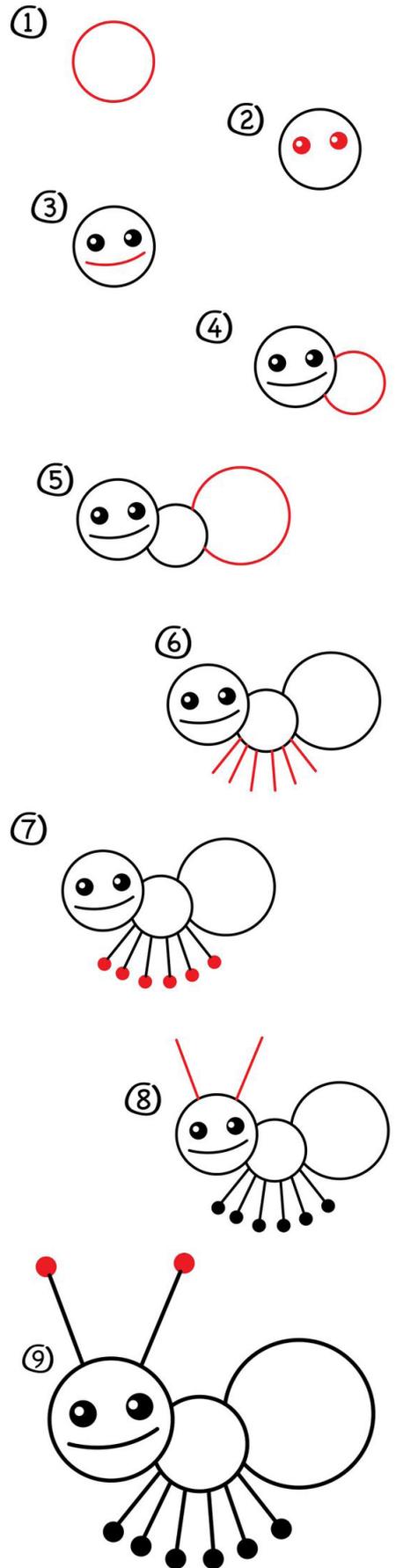
Farbige Steine oder m&m's nach Farbe ordnen und dann die Haufen nach der Anzahl nochmals ordnen: Von welcher Farbe hat es am meisten, von welcher am wenigsten, wo hat es gleich viel?

Die SuS beschreiben lassen, wie sie folgende Dinge vergleichen können:

- Volumen von zwei Boxen  
In welche passt mehr? Wie kann ich das überprüfen? Zum Beispiel in welches passen mehr Wasserbecher?
- Anzahl gleichgrosser Legoklötze in zwei unterschiedlichen Schachteln  
In welcher Schachtel hat es mehr? Wie kann ich dies überprüfen? Zum Beispiel mit den Klötzen einen Turm bauen.

## Sortiernetzwerk

Tiere nach ihrer Grösse (von der Ameise bis zur Giraffe) sortieren.



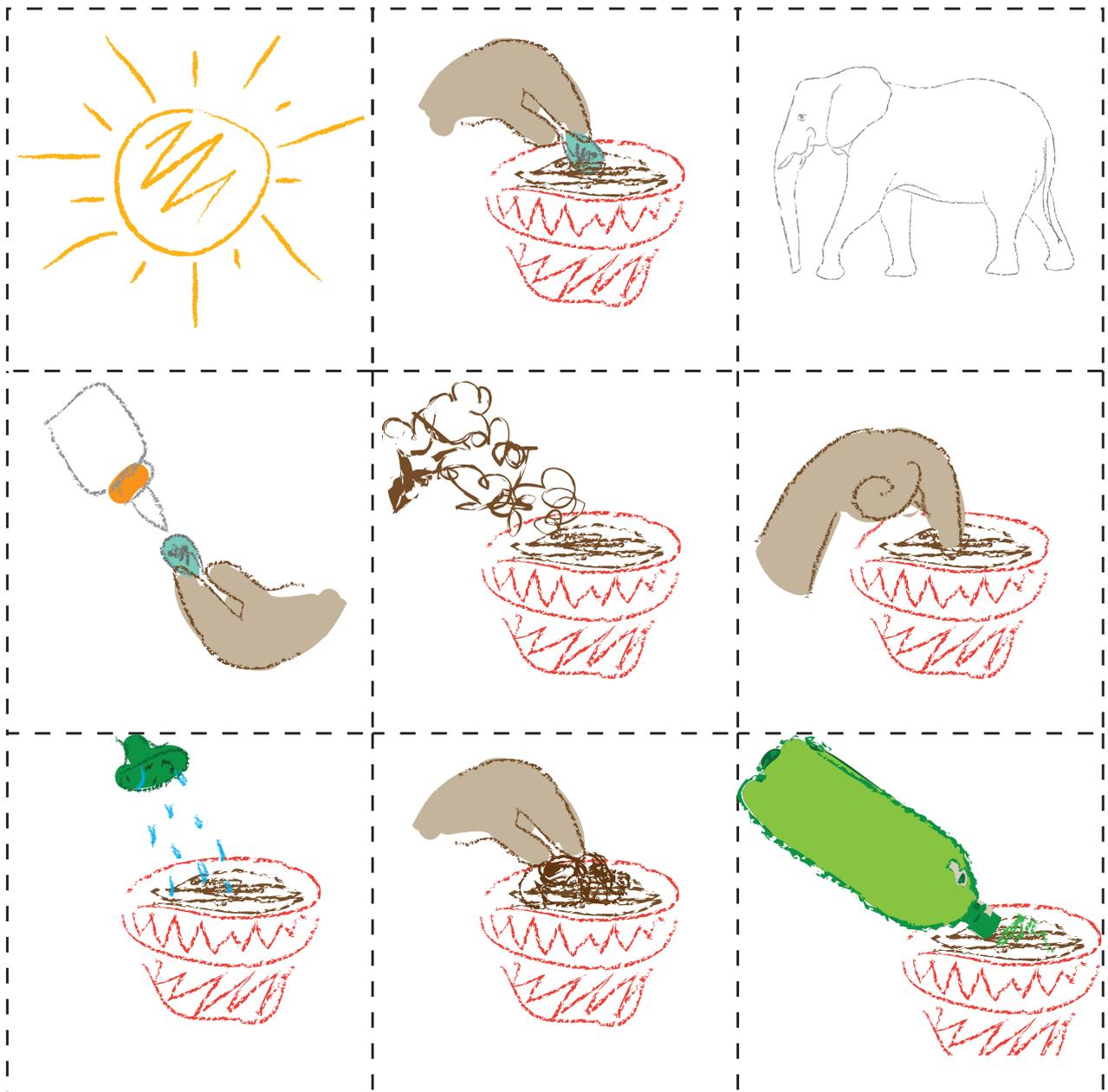
# Algorithmen

Die SuS schneiden die Kärtchen aus und legen sie in der richtigen Reihenfolge hin. Am besten passt diese Aufgaben, wenn man sowieso etwas anpflanzt.

Die SuS sollten merken, dass es einige Fehler hat (Elefant, Leim auf Samen, Sirup reinschütten).

Lösung:

Erde in Topf, Loch in die Erde, Samen reindrücken, Samen mit Erde bedecken, mit Wasser giessen, an die Sonne stellen



# Roboterspiele - Programmieren

## Zusammenfassung

Auf spielerische Weise erfahren die Kinder, dass Computer bzw. Roboter nicht eigenständig denken und handeln können, sondern immer nur Befehle ausüben, die wir ihnen geben.

## verwandte Themen

- ✓ Rollenspiele: soziales Lernen, Teamfähigkeit, Vertrauen
- ✓ Bewegungsspiele
- ✓ Sprache und Kommunikation: Anweisungen geben

## Vorkenntnisse

- ✓ rechts und links
- ✓ Vierteldrehung

## Alter

4+

## Materialien

- ✓ Legosteine



# Einen Roboter programmieren

## Durchführung:

Es wird paarweise gespielt, wobei das vordere Kind den Roboter und das dahinter stehende Kind den Programmierer darstellt. Der Programmierer lässt den Roboter durch den Raum gehen, indem er auf verschiedene „Knöpfe“ drückt:

- Auf die rechte Schulter tippen bedeutet eine Vierteldrehung nach rechts machen.
- Auf die linke Schulter tippen bedeutet eine Vierteldrehung nach links machen.
- In die Mitte des Rückens tippen bedeutet geradeaus gehen.
- Auf den Kopf tippen bedeutet stehen bleiben.
- Der Roboter kann nur die Befehle des Programmierers ausführen. Der Programmierer muss darauf achten, dass der Roboter mit keinem anderen Kind oder Hindernis zusammenstößt. Nach einer Weile werden die Rollen getauscht.

## Variationen:

- Es gibt keine Taste für „stehen bleiben“. Das macht die Aufgabe schon deutlich schwieriger.
- Der Roboter führt die Befehle mit geschlossenen Augen aus.
- Einmal in die Mitte des Rückens tippen bedeutet einen Schritt, zweimal zwei Schritte usw.
- Weitere Befehle können eingeführt werden - etwa „Hüpfen“ um Hindernisse zu überwinden, „Bücken“, „Greifen“, „Setzen“ usw.
- Der Roboter muss zu einem bestimmten Ziel geführt werden.
- Mit Stiften auf einen großen Bogen Packpapier oder mit Kreide auf den Boden wird ein „Spiel-feld“ aufgezeichnet, das aus einzelnen quadratischen Feldern besteht. Einige dieser Quadrate werden farbig ausgemalt - sie stellen Hindernisse dar, die der Roboter umgehen muss. In eines der Quadrate wird ein Gegenstand gelegt. Dieser stellt das Ziel dar und muss vom Roboter erreicht werden. Der Programmierer gibt die nötigen Befehle, wobei einmal Tippen einen Schritt bedeutet und ein Quadrat einem Schritt entspricht.

## Diskussion:

Sprechen Sie mit den Kindern, wie es ihnen in den unterschiedlichen Rollen als Roboter und als Programmierer ergangen ist und welche Probleme sich eventuell ergeben haben.

# Wir sind ein Roboter!

Alle SuS sind ein Teil des Roboters, sie können ein Legogebilde nur miteinander zusammensetzen.

## Vorbereitung

Die LP baut aus 4 - 6 Legosteinen eine Form, welche sie noch geheim hält.

Die SuS werden in 4-er Gruppen eingeteilt. Drei sitzen an einem Tisch, einer etwas abseits. Zwei SuS haben die Augen verbunden.

## Durchführung

Der „Kopf“: Der Kopf wird das Gebilde der LP erhalten, aber abseits der andern sitzen, so dass sie das Gebilde nicht sehen. Der Kopf erklärt wie das Gebilde aussehen soll. Beispiel: Zuerst braucht es einen grossen grünen Stein.

Die „Augen“: Diese Person darf die Steine nicht berühren, aber den Händen sagen, ob sie den richtigen Stein in der Hand halten und den Händen mitteilen, wo die Steine sind.

Zwei „Hände“: Sie dürfen die Blöcke zusammensetzen, haben allerdings die Augen verbunden. Sie müssen allen Befehlen des „Kopfes“ gehorchen, die Augen helfen ihnen dabei.

## Infos für LP

Controller (der „Kopf“)

Dieser Teil des Roboters weist die anderen an, wie man es macht.

In einem echten Robotersystem handelt es sich um ein Programm, das auf einem Computer läuft, der entweder auf dem Roboter getragen oder durch Drähte oder Funk verbunden ist.

Sensoren (die „Augen“)

Dieser Teil des Robotersystems kann etwas über den aktuellen Stand der Welt herausfinden. Es kann Informationen sehen, aber nicht verstehen.

Echte Robotersysteme haben viele verschiedene Arten von Sensoren, einschliesslich Kameras, Touch-Sensoren, Distanzsensoren und Kilometerzähler.

Manipulatoren (die „Hände“)

Dieser Teil des Robotersystems kann sich bewegen und etwas in der Umwelt verändern.

Roboterhände reichen von sehr einfachen Saugnapfentwürfen bis zu den Händen, die fast menschlich aussehen. Andere Arten von Manipulatoren sind Beine und Räder.

# Informationen für LP zu Roboterspiele

Durch das Spielen soll den Kindern allmählich klar werden, dass der Computer kein selbständig denkendes Wesen ist, sondern vielmehr wir selbst es sind, die ihn steuern können.

„Programmieren“ bedeutet, dem Computer (bzw. Roboter) zu sagen, was er für dich tun soll, so dass du ihn für die Umsetzung deiner Ideen, Wünsche und Vorstellungen nutzen kannst.

Es ist wichtig, möglichst genaue Anweisungen zu geben, damit der Roboter auch wirklich das macht, was man will.

Handlungen können in symbolische Sprache - sogenannte Codes - umgewandelt werden (tippen auf Schulter etc).

Es ist genaues und konzentriertes Arbeiten nötig.

Es braucht viele kleine Schritte (Befehle, Codes), um den Computer (bzw. den Roboter) kurze Aufgaben ausführen zu lassen.

# Noch mehr programmieren!

Die SuS lernen in dieser Unterrichtseinheit, wie man einen Code lesen und schreiben kann.

## Vorbereitung

Die SuS bringen ein Plüschtier von zu Hause mit.

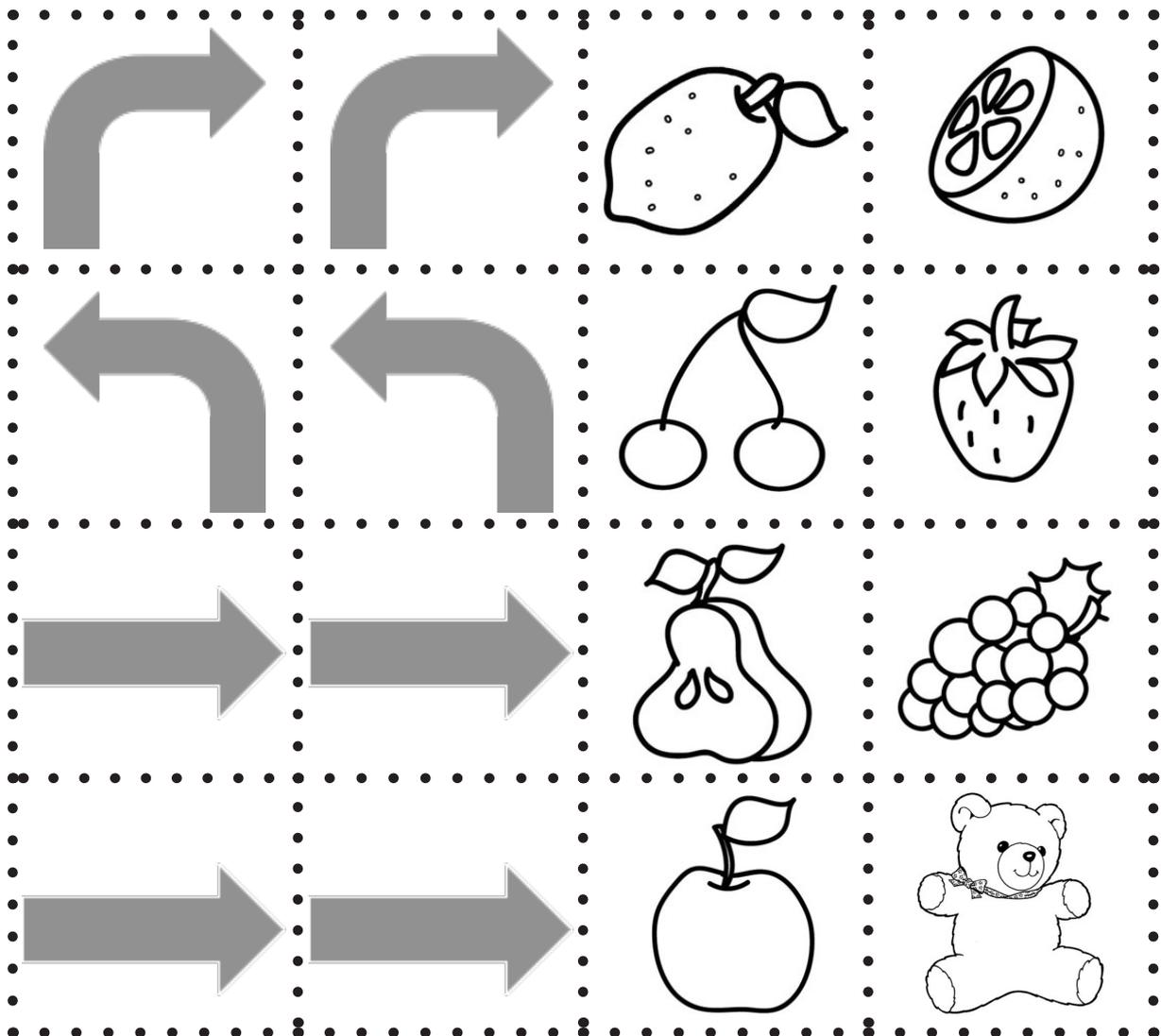
Auf dem Boden werden Quadrate abgeklebt oder aufgezeichnet. Auf einem Quadrat ist eine Frucht abgebildet.

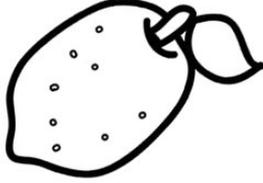
## Durchführung

Die Plüschtiere werden von den SuS von einem Quadrat zum nächsten verschoben. Sie dürfen immer nur rechts, links, geradeaus oder rückwärts gehen, nicht über eine Ecke. Das Plüschtier möchte gerne einen Happen essen, wie kommt es auf das Quadrat mit der Erdbeere?

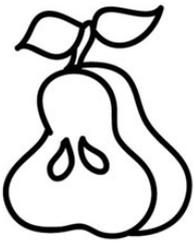
## Weiterführung

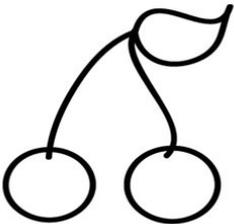
Die SuS lösen die Arbeitsblätter und versuchen die Tiere zur Frucht zu bringen.

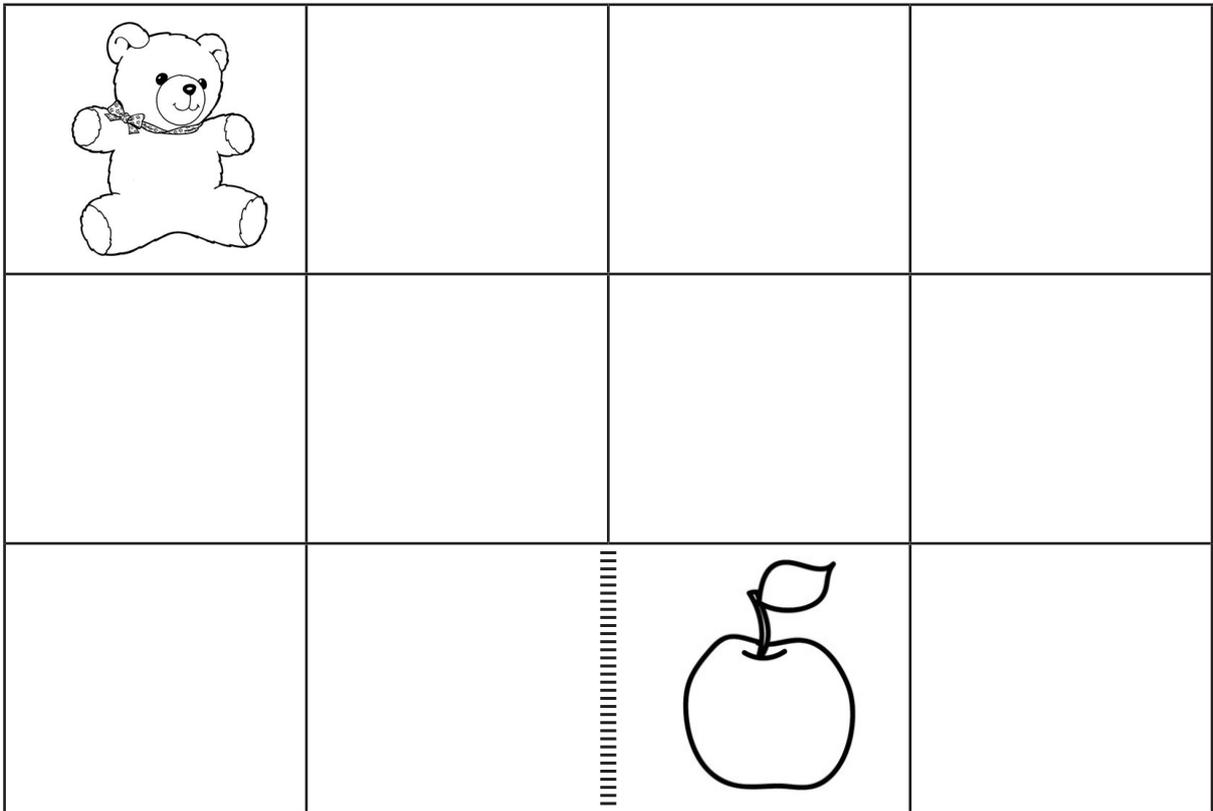
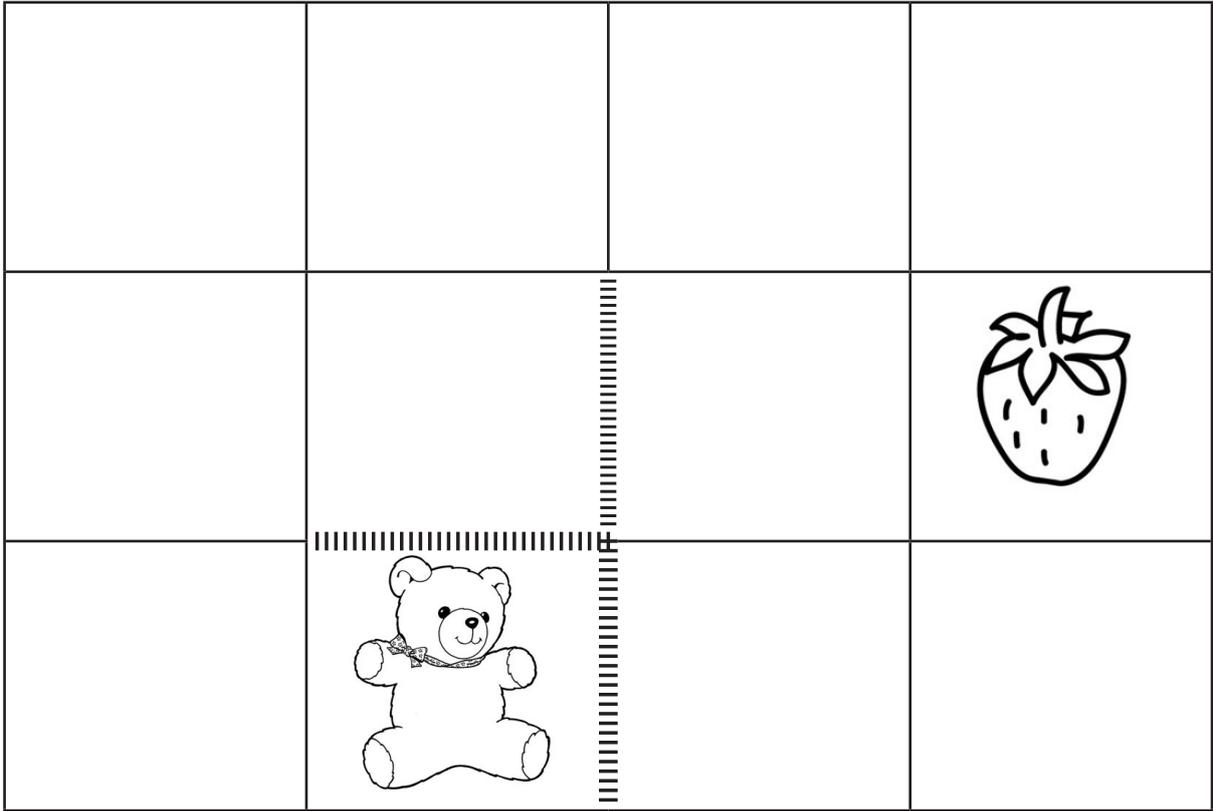




# Teil I

## Daten

# Informationsspeicherung

## Daten: der Rohstoff

### Wie werden Informationen in Computern gespeichert?

Das Wort Computer kommt vom lateinischen *computare*, und bedeutet so viel wie rechnen oder addieren. Aber heutzutage sind Computer weit mehr als riesige Taschenrechner. Sie dienen uns als Bücherei, helfen uns beim Verfassen von Texten, finden Informationen für uns, spielen Musik und zeigen bisweilen sogar Filme.

### Wie speichern Computer diese Fülle an Informationen?

Der Computer braucht dazu nur zwei Ziffern: Null und Eins!

### Was ist der Unterschied zwischen Daten und Informationen?

Daten sind das Rohmaterial, die Zahlen, mit denen Computer arbeiten. Ein Computer wandelt die Daten in Informationen (Worte, Zahlen und Bilder) um, die wir verstehen können.

### Wie können Zahlen, Buchstaben, Wörter und Bilder in Nullen und Einsen umgewandelt werden?

In diesem Abschnitt werden Binärzahlen erklärt, wie Computer Bilder malen, wie Faxgeräte funktionieren, wie große Datenmengen effizient gespeichert werden, wie Fehler vermieden werden können, und wie die Masse an Informationen, die gespeichert werden soll, gemessen wird.

# Aktivität I

## Punkte zählen - Binärzahlen

### Zusammenfassung

Daten sind im Computer als eine Folge von Nullen und Einsen gespeichert und werden auch so übermittelt. Wie können wir Wörter und Zahlen darstellen, indem wir nur diese beiden Symbole verwenden?

### verwandte Themen

- ✓ Mathematik: Zahlen in einer anderen Basis darstellen.
- ✓ Mathematik: Zahlenfolgen fortsetzen und eine Regel dafür finden. In diesem Fall handelt es sich um Zweierpotenzen.

### Vorkenntnisse

- ✓ Zählen
- ✓ Vervollständigen
- ✓ Fortführen

### Alter

7+

### Materialien

Die Lehrperson benötigt:

- ✓ Fünf Binärkarten für die Demonstration
- ✓ Diskussionsblatt mit Fragen und Aufgaben für die Demonstration

Jedes Kind benötigt:

- ✓ Fünf Karten zum Ausschneiden
- ✓ Aufgabenblatt Binärzahlen

Für die erweiterten Aktivitäten braucht jedes Kind:

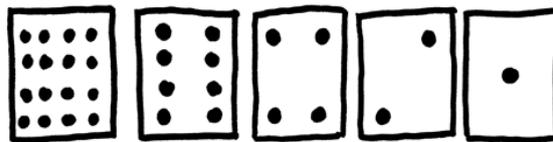
- ✓ Aufgabenblatt: Arbeiten mit Binärzahlen
- ✓ Aufgabenblatt: Geheime Nachrichten verschicken
- ✓ Aufgabenblatt: E-mails und Modems
- ✓ Aufgabenblatt: Weiter zählen als 31
- ✓ Aufgabenblatt: Mehr zum Thema Binärzahlen

# Was sind Binärzahlen?

## Einführung

Bevor das Aufgabenblatt Binärzahlen verteilt wird, kann es sinnvoll sein das Prinzip vor der ganzen Gruppe zunächst einmal zu demonstrieren.

Für diese Aktivität benötigt die Lehrperson fünf Karten, welche (wie unten dargestellt) auf der einen Seite mit Punkten bedruckt sind, während sie auf der anderen Seite nicht bedruckt sind. Die Lehrperson beginnt damit fünf Kinder nach vorne zu bitten. Die Karten werden an die Kinder in der folgenden Reihenfolge verteilt:

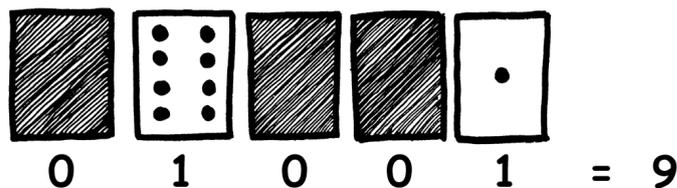


## Diskussion

Was fällt euch an der Anzahl der Punkte auf den Karten auf? (Jede Karte enthält jeweils doppelt so viele Punkte wie die vorherige Karte)

Wie viele Punkte müssten also auf der nächsten Karte auf der linken Seite sein, wenn wir noch eine Karte hinzunehmen würden? (32) und die darauf folgende...?

Wir können diese Karten verwenden um Zahlen darzustellen, indem wir gewisse Karten drehen, sodass deren Punkte sichtbar sind (dies schreiben wir als 1), oder wir lassen sie, sodass keine Punkte sichtbar sind (wir schreiben eine 0). Wir zählen die Anzahl der sichtbaren Punkte. Fragen Sie die Kinder, wie man die Zahl 6 darstellen kann (4 Punkte und 2 Punkte), danach 15 (8, 4, 2 und 1 Punkt), danach 21 (16, 4 und 1).



Versuchen Sie nun die Klasse von null hochzählen zu lassen. Der Rest der Klasse soll sorgfältig zuschauen und versuchen das Muster zu erkennen. (Jede Karte dreht halb so oft wie die Karte rechts davon). Dies kann man mit mehr als nur einer Gruppe machen.

Fordern Sie die Kinder auf die Zahl 01001 zu bilden. Welche Zahl wird dargestellt? (9). Wie sieht 17 als Binärzahl aus? (10001). Versuchen Sie noch einige mehr, bis die Kinder das Konzept verstanden haben.

Nun gibt es fünf mögliche Aktivitäten, die folgen können, um das Konzept der Binärzahlen zu verstärken. Die Kinder sollten davon so viele wie möglich erledigen.

# Aufgabenblatt: Binärzahlen

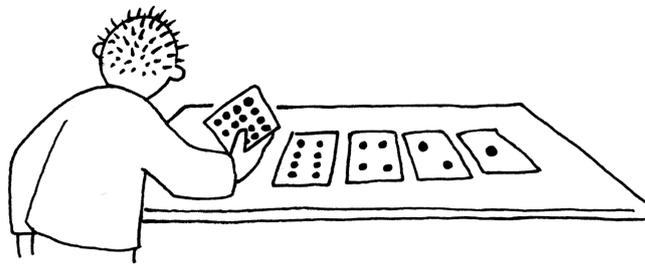
## Lernen zu zählen

So, du meinst also, du weisst bereits wie man zählt? Na dann, hier ist eine neue Art zu zählen!

Wusstest du, dass Computer nur Nullen und Einsen kennen? Alles was du auf einem Computer siehst oder von ihm hörst – Wörter, Bilder, Filme, ja sogar Musik, wird mit diesen beiden Zahlen gespeichert. In dieser Aktivität werden wir uns damit befassen, wie man geheime Nachrichten mit Freunden austauscht, genauso wie es der Computer tut.

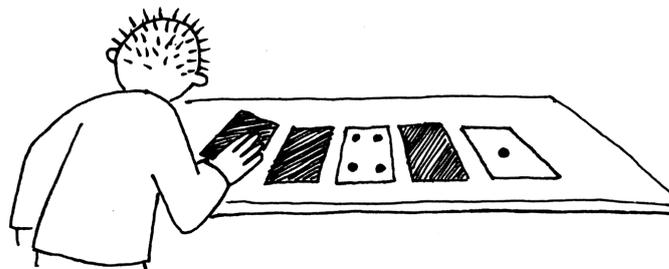
## Aufgabe

Nimm das Aufgabenblatt zur Hand und schneide die Karten aus der Vorlage aus. Lege sie danach vor dir auf den Tisch wie dargestellt (die Karte mit 16 Punkten ganz links):



## Wichtig:

Stelle sicher, dass die Karten genau in derselben Reihenfolge da liegen, wie auf dem Bild. Drehe nun die Karten so um, dass nur noch 5 Punkte sichtbar sind. Behalte dabei die Reihenfolge bei!



Wie stellt man 3, 12 und 19 dar? Gibt es mehrere Möglichkeiten eine Zahl zu bilden? Was ist die grösste Zahl, die du auf diese Weise darstellen kannst? Und die kleinste? Gibt es Zahlen zwischen der grössten und der kleinsten Zahl, die man nicht erzeugen kann?

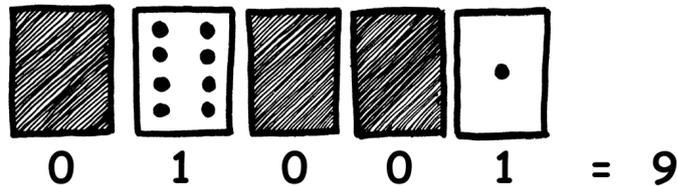
### Zusatzaufgabe für Experten:

Versuche der Reihe nach die Zahlen 1, 2, 3, 4 zu bauen. Finde eine logische und zuverlässige Methode, mit welcher du sagen kannst, welche Karten als nächstes gedreht werden müssen wenn du hochzählst.

# Aufgabenblatt: Arbeiten mit Binärzahlen

Das binäre Zahlensystem verwendet null und eins um auszusagen, ob eine Karte nach oben auf dem Tisch liegt (sodass die Punkte sichtbar sind), oder nach unten (dass keine Punkte sichtbar sind). 0 heisst, man sieht keine Punkte. 1 heisst, man sieht welche.

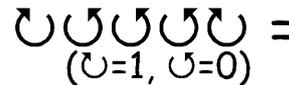
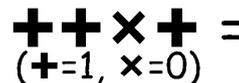
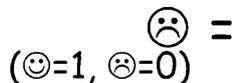
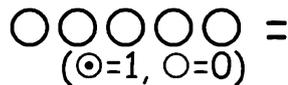
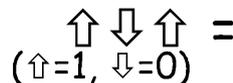
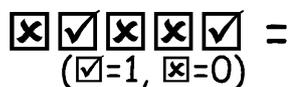
Zum Beispiel:



Welche Zahl stellt 10101 dar? Wie steht's mit 11111?

An welchem Tag im Monat wurdest du geboren? Schreibe die Zahl binär auf. Mache dasselbe für das Geburtsdatum deines Banknachbarn.

Versuche die folgenden Zahlen zu entziffern:

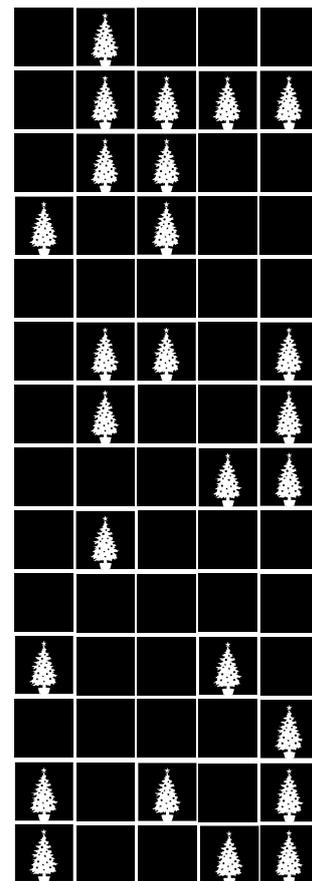


## Zusatzaufgabe für Experten:

Sagen wir, du hast fünf Schnüre der Länge 1cm, 2cm, 4cm, 8cm und 16cm. Zeige wie du daraus jede beliebige Länge zwischen 1 und 31 Zentimetern abmessen kannst. Oder überlege dir, wie du bloss mit einer Waage und ein paar Gewichten schwere Gegenstände wie beispielsweise einen Koffer wägen kannst.

# Aufgabenblatt: Geheime Nachrichten

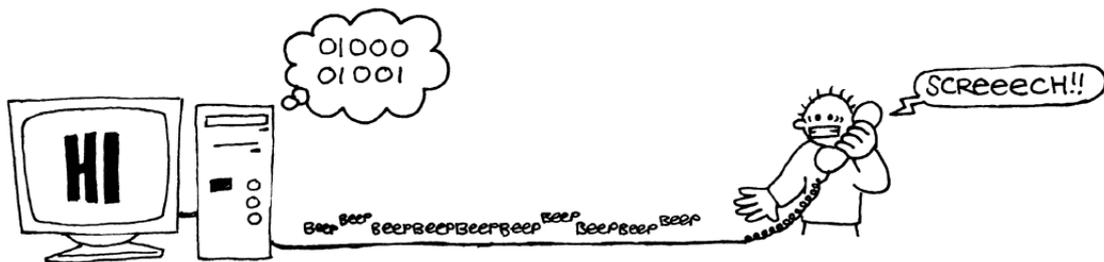
Tom wurde im obersten Stock eines Warenhauses eingeschlossen. Es ist schon bald Weihnachten und er möchte gerne nach Hause zu seiner Familie, wo ihn viele Geschenke erwarten. Was kann er tun? Er hat bereits versucht anzurufen, sogar um Hilfe geschrien, aber er ist weit und breit der Einzige im Warenhaus; auf diese Weise kann er niemanden erreichen. Auf der anderen Strassenseite kann er eine Person sehen, die noch am Computer arbeitet, obwohl es bereits langsam dunkel wird. Wie kann er die Aufmerksamkeit dieser Person wecken? Tom schaut sich um, um zu sehen, was er dazu verwenden könnte. Er hat eine geniale Idee: Er kann das elektrische Licht des Weihnachtsbaums verwenden, um der Person auf der anderen Strassenseite eine Nachricht zu schicken! Er sucht den Stecker und lässt den Weihnachtsbaum erleuchten und erlöschen. Tom verwendet einen einfachen Code, von dem er weiss, dass die Person auf der anderen Strassenseite ihn sicher verstehen wird. Findest du heraus, wie die Nachricht lautet, die Tom der Person geschickt hat?



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z

# Aufgabenblatt: E-Mail und Modems

Computer verbinden sich via Modem mit dem Internet. Sie verwenden das binäre System um Nachrichten über das Internet zu versenden. Der einzige Unterschied ist, dass sie dies mit Piep-Tönen tun. Das Modem kann hohe Töne machen (mit welchen es eine eins übermittelt) und tiefe Töne (mit welchen es eine null übermittelt). Die Töne werden sehr schnell gesendet. Es ist sogar so schnell, dass wir es nur als ein grässliches andauerndes Krächzen hören. Falls du das noch nie gehört hast, solltest du unbedingt einmal zuhören, während sich ein Modem mit dem Internet verbindet, oder einen Fax anrufen; denn diese verwenden ebenfalls Modems um Informationen zu übermitteln.



Verwende denselben Code wie Tom vorher im Warenhaus, um eine Nachricht an deine Freunde zu senden. Du brauchst jedoch nicht so schnell zu piepsen wie ein Modem, so machst du dir selbst und deinen Freunden das Leben etwas einfacher...



# Aufgabenblatt: Weiter zählen als 31

Schau dir nochmals die Binärkarten an. Wie viele Punkte müsstest du zeichnen, wenn du die nächstgrössere Karte (auf der linken Seite) zeichnen möchtest? Und die danach? Wie lautet die Regel, die du befolgen musst, wenn du neue Karten zeichnen willst? Wie wir gesehen haben, braucht es nur wenige Karten um schon ziemlich grosse Zahlen zu erzeugen.

Wenn wir uns das nochmals genauer betrachten, finden wir einen interessanten Zusammenhang:

1, 2, 4, 8, 16, ...

Versuchen wir die Zahlen mal zu addieren: Was ergibt  $1+2+4$ ?

Wie steht's mit  $1+2+4+8$ ?

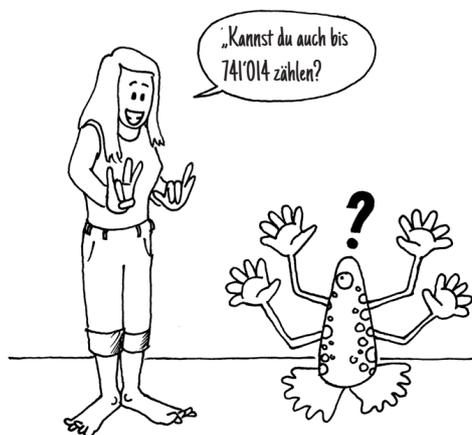
Hast du dich schon mal daran gestört, dass du nur zehn Finger hast?

Früher, als du begonnen hast zu zählen war das sicher einmal der Fall. Nun ja, wenn wir die Zahlen addieren, können wir viel höhere Zahlen erzeugen, als nur zehn. Und dazu brauchst du nicht einmal ein Alien zu sein. Wenn du das binäre Zahlensystem verwendest, und jeden Finger als eine Karte mit 1 bis 16 Punkten betrachtest, kannst du bereits alle Zahlen von 0 bis 31 darstellen. Das sind insgesamt 32 Zahlen (nicht vergessen, die Null ist auch eine Zahl!).

Versuche bis 31 zu zählen mit deinen Fingern, wobei ein Finger immer entweder nach oben gestreckt ist oder nach unten gebeugt, um die Zahlen null und eins darzustellen. Oben ist eins, unten ist null.

Wenn du nun beide Hände benutzt kommst du sogar bis 1023. Das sind 1024 Zahlen!

Wenn du auch noch sehr bewegliche Zehen hast (und dazu wäre es wohl doch von Vorteil ein Alien zu sein), kämst du sogar noch höher. Mit einer Hand kannst du 32 Zahlen abzählen. Mit zwei Händen sind es  $32 \times 32 = 1024$  Zahlen. Wie weit kann Miss Flexible-Zehen zählen?



# Aufgabenblatt: noch mehr Binärzahlen

Wir schauen uns eine andere interessante Eigenschaft der binären Zahlen an: Was passiert, wenn wir eine Null auf der rechten Seite dazugefügt wird?

Wenn wir im Dezimalsystem arbeiten und eine null rechts an eine Zahl anhängen, wird die ursprüngliche Zahl mit 10 multipliziert. So wird 9 beispielsweise 90 und 30 wird zu 300. Was aber geschieht wenn wir eine null rechts an eine Binärzahl heften?

Versuchen wir es:

$$\begin{array}{ccc} 1001 & \rightarrow & 10010 \\ (9) & & (?) \end{array}$$

Mache noch ein paar andere Experimente um deine Vermutung zu testen. Was ist die Regel? Weshalb ist das so?



Jede der Karten, die wir bis jetzt verwendet haben, stellt ein sogenanntes „Bit“ auf dem Computer dar (bit ist die Abkürzung für **b**inary **d**igit). Der Code, den wir bis jetzt verwendet haben, hat nur fünf Karten(oder Bits) verwendet. Auf dem Computer müssen wir jedoch wissen, ob ein Buchstabe gross- oder kleingeschrieben ist, wir müssen Sonderzeichen und Satzzeichen wie ä,ö,ü und . , : ? oder auch & beachten. Schau dir eine Tastatur an und zähle, wie viele Symbole du erkennen kannst. Wie viele Bits brauchen wir, um alle diese Zeichen darstellen zu können?

Die meisten Computer brauchen heutzutage eine Darstellung namens ASCII, die auf eben dem Prinzip beruht. Da aber nicht alle Länder die lateinische Schrift verwenden (und deshalb manchmal viel mehr Zeichen verwenden), gibt es auch andere Darstellungen, die dann jedoch mehr Bits benötigen um ein einzelnes Zeichen zu beschreiben.



# Informationen zu Binärzahlen

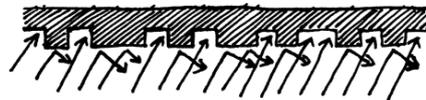
Die Computer von heute verwenden das binäre Zahlensystem um Information darzustellen. Es wird binär genannt, da es zwei verschiedene Nummern verwendet. Manchmal wird es auch als Basis zwei bezeichnet (während wir normalerweise Basis 10 verwenden). Jede Null und jede Eins nennen wir ein Bit. Diese werden im Computer meist durch das Memory repräsentiert, wo ein Transistor ange dreht oder abgestellt wird, oder ein Kondensator wird aufgeladen, oder entladen.



Wenn Daten via Telefon- oder Fernsehleitung übermittelt werden, erfolgt die Übermittlung meist über hohe und tiefe Töne, die jeweils 0 und 1 darstellen. Auf Disketten und Festplatten werden Bits mittels magnetischer Ausrichtung kleiner Elemente auf der Festplatte dargestellt, die entweder Nord-Süd orientiert sind oder Süd-Nord.

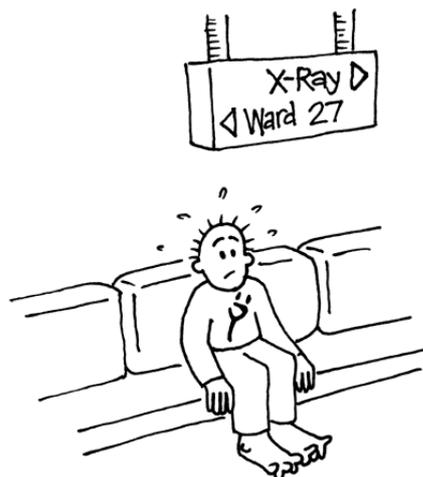


Musik-CDs, CD-ROMs und DVDs speichern Bits optisch – der Teil der Oberfläche der die Information speichert ist entweder spiegelnd oder nicht spiegelnd.



Ein einzelnes Bit kann nicht sehr viel repräsentieren, deshalb werden sie oft zusammen gruppiert, in Gruppengrößen von acht, die Zahlen von 0 bis 255 darstellen. Eine Gruppe von Bits der Größe acht nennt man auch Byte.

Die Geschwindigkeit des Computers hängt davon ab, wie viele Bits er pro Zeiteinheit verarbeiten kann. Ein 32-Bit Computer kann 32-Bit Zahlen in einer Operation verarbeiten. Während ein 16-Bit Computer die Operation auf zwei Operationen aufteilen muss, was ihn langsamer macht.



**Vorsicht!**  
Fräulein Gummizeh ist ein Profi.  
Nicht jeder hat so flexible Zehen!

# Lösungen und Tipps zu Binärzahlen

## Binäre Zahlen

Um die Zahl 3 darzustellen, benötigen wir 2 Punkte und 1 Punkt.

Um die Zahl 12 darzustellen, benötigen wir 8 und 4 Punkte.

Um die Zahl 19 darzustellen, benötigen wir 16, 2 und 1 Punkt(e).

Es gibt immer nur eine Möglichkeit eine Zahl darzustellen.

Die grösstmögliche Zahl, die mit den Karten 1,2,4,8 und 16 darstellbar ist, ist die Zahl 31 (wenn sämtliche Karten offen daliegen). Jede Zahl zwischen 1 und 31 lässt sich darstellen und es gibt nur eine korrekte Darstellung pro Zahl.

Expertenfrage: Um hochzuzählen werden von rechts her alle Karten gedreht bis man eine dreht, die nach oben dagelegen ist.

## Arbeiten mit Binärzahlen

10101 = 21    11111 = 31

9	10
5	13
0	17
2	20
0	31

## Geheime Nachrichten verschicken

Die Nachricht lautet: holt mich raus

## Weiter zählen als 31

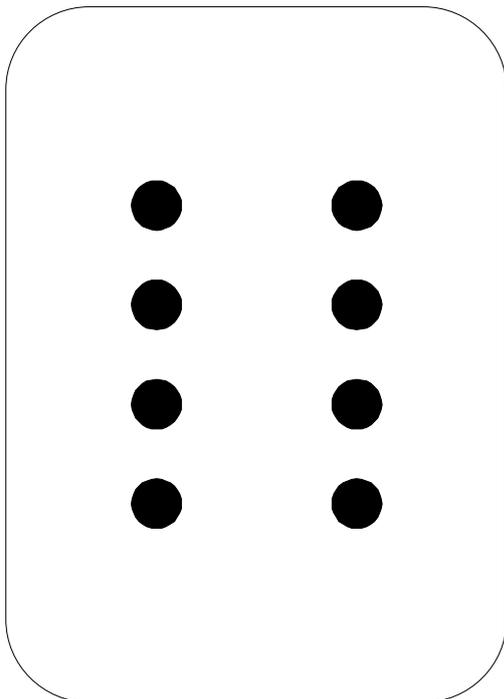
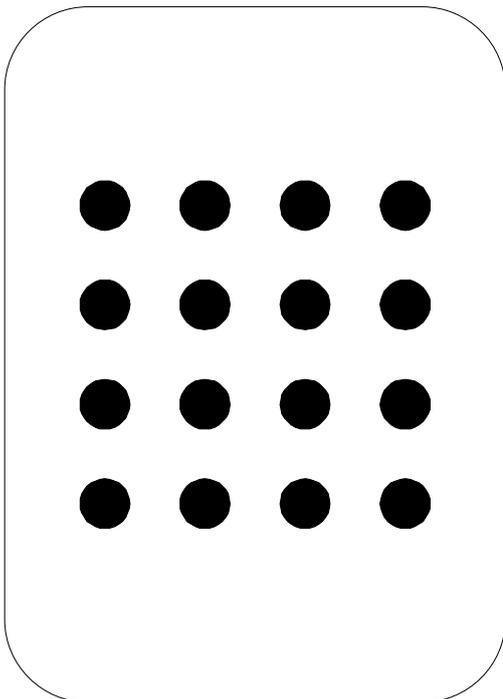
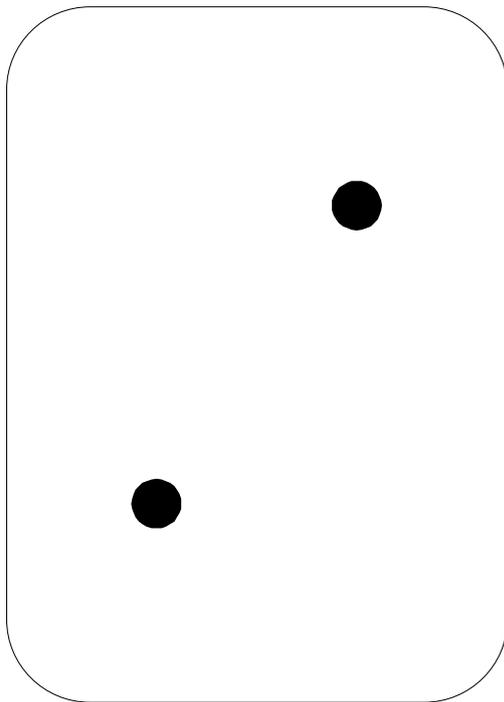
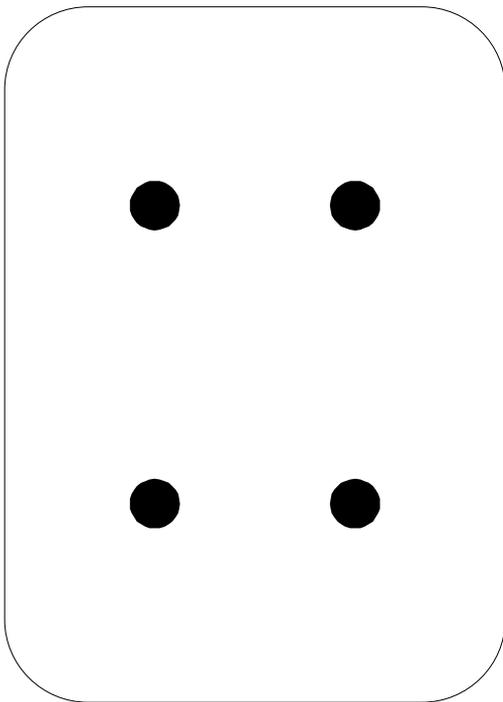
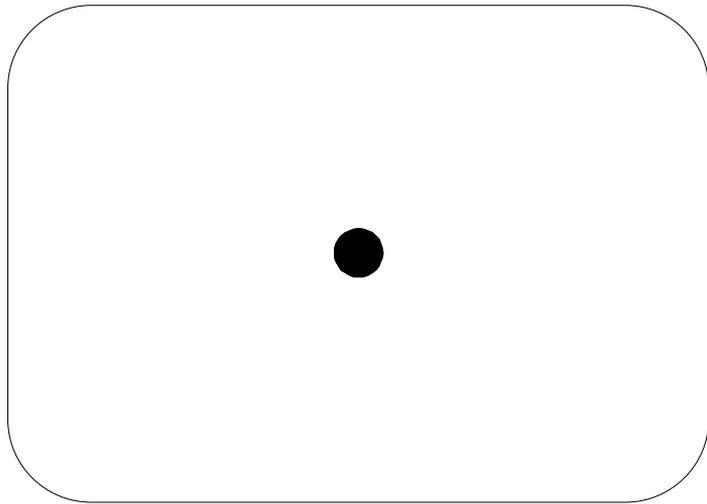
Jede Karte enthält genau einen Punkt mehr alle vorherigen Karten zusammen. (So enthält beispielsweise die vierte Karte 8 Punkte, während die Summe der ersten drei Karten 7 Punkte ergibt.)

Miss Flexible-Zehen kann bis  $1024 \times 1024 = 1048576$  zählen (und somit alle Zahlen von 0 bis 1048575 mit den Händen und Zehen darstellen).

## Mehr zum Thema Binärzahlen

Wenn man eine 0 ganz rechts an eine Binärzahl anhängt, verdoppelt sich die Zahl. (All die Stellen, wo die Zahl vorher eine 1 enthalten hat werden verdoppelt, da wir sie um eine Stelle nach rechts verschieben. Daher verdoppelt sich die ganze Zahl. Nebenbemerkung: Wenn wir dasselbe machen bei Dezimalzahlen, multiplizieren wir die Zahl mit 10.)

Ein Computer braucht 7 Bits um alle Buchstaben zu speichern. Die Darstellung mit 7 Bits ermöglicht uns bis zu 128 Buchstaben darzustellen. Normalerweise werden die 7 Bits jedoch als 8-Bit Sequenz (Byte) abgespeichert, wobei ein Bit verschwendet wird.



# Aktivität 2

## Malen nach Zahlen - Bilddarstellung

### Zusammenfassung

Computer speichern Bilder, Fotos und Zeichnungen nur mithilfe von Zahlen. In dieser Übung wird veranschaulicht, wie Computer das eigentlich machen.

### verwandte Themen

✓ Mathematik: Geometrie ab der zweiten Klasse. Erkundung von Form und Raum.

### Vorkenntnisse

- ✓ Zählen
- ✓ Grafische Darstellung

### Alter

7+

### Materialien

Die Lehrperson benötigt:

- ✓ Vorlage: Malen nach Zahlen

Jedes Kind benötigt:

- ✓ Arbeitsblatt: Faxen
- ✓ Arbeitsblatt: Mach dein eigenes Bild
- ✓ Arbeitsblatt: Malen für Experten

# Malen nach Zahlen

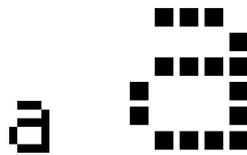
## Einführung / Fragen an SuS

1. Was machen Faxgeräte?
2. Wann müssen Computer Bilder speichern können? (Ein Zeichenprogramm, ein Spiel mit Grafik oder eine Multimediaanwendung.)
3. Wie können Computer Bilder speichern, wenn sie doch nur Zahlen kennen?

## Demonstration der LP

Computermonitore sind in ein feines Raster gegliedert, deren Punkte man Pixel („**picture elements**“, auf deutsch Bildpunkte) nennt.

Bei einem schwarz-weiss Bild (wie sie Faxe verwenden) ist jedes Pixel entweder schwarz oder weiss.



Der Buchstabe „a“ wurde vergrößert, um die Pixelstruktur deutlich zu machen. Wenn ein Computer ein schwarz-weiss Bild speichert, muss er nur wissen, welche Punkte schwarz, und welche weiss sind.

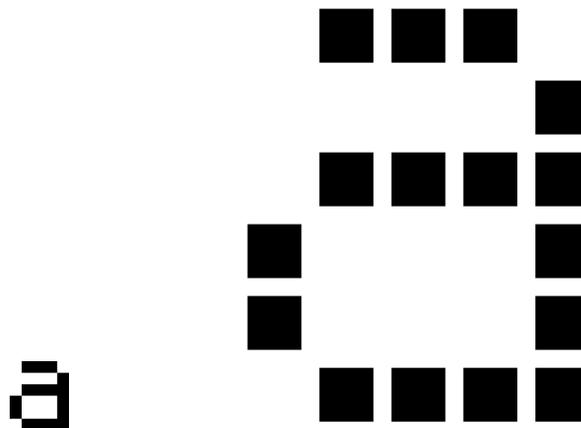
	■	■	■		1, 3, 1
				■	4, 1
	■	■	■	■	1, 4
■				■	0, 1, 3, 1
■				■	0, 1, 3, 1
	■	■	■	■	1, 4

Die Abbildung zeigt, wie ein Bild mithilfe von Zahlen dargestellt werden kann. Die erste Zeile besteht aus einem weissen, drei schwarzen und wieder einem weissen Pixel. Die erste Zeile wird folglich als 1, 3, 1 gespeichert.

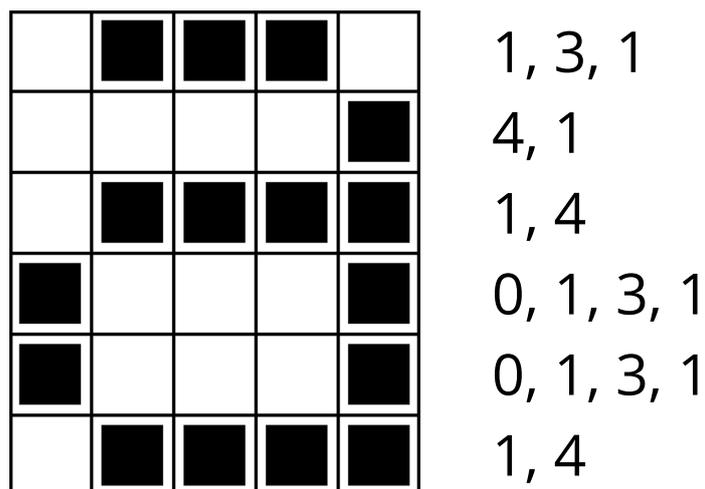
Die erste Zahl gibt immer die Anzahl weisser Pixel an. Beginnt die Zeile mit einem schwarzen Bildpunkt, muss die Zeile mit einer Null beginnen.

Das Arbeitsblatt „Faxen“ enthält mehrere Bilder, welche die Schüler mit der eben gezeigten Methode dekodieren können.

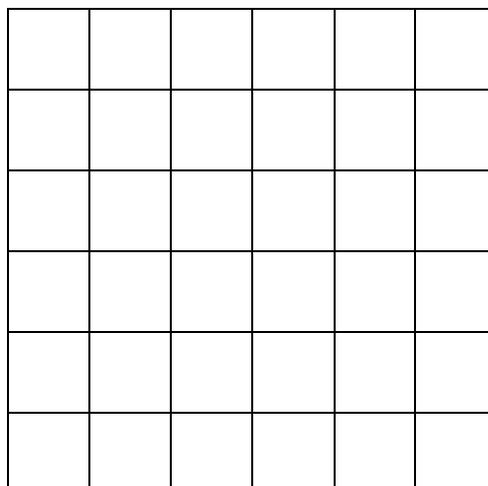
# Vorlage: Malen nach Zahlen



▲ Der Buchstabe „a“ vergrößert, so dass man die Pixel sieht.



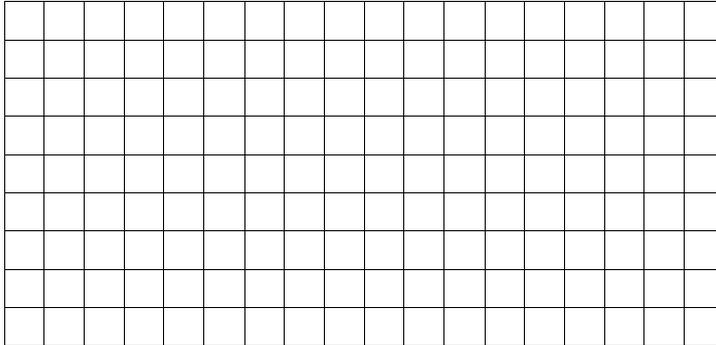
▲ Dasselbe Bild mit dem Zahlencode



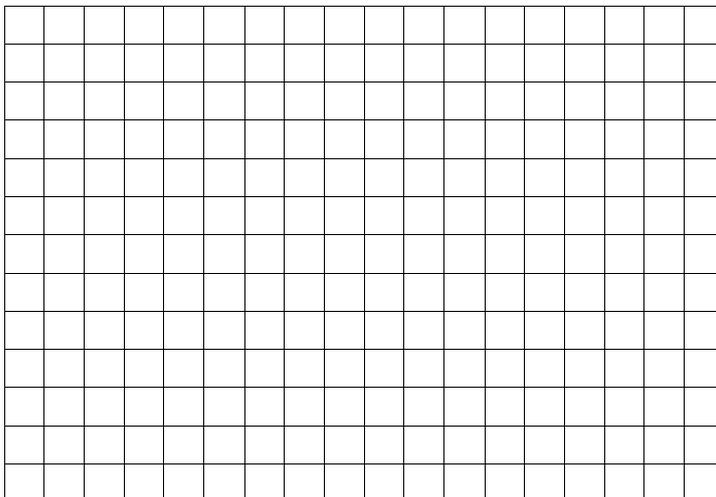
▲ Für weitere Beispiele

# Arbeitsblatt: Faxen

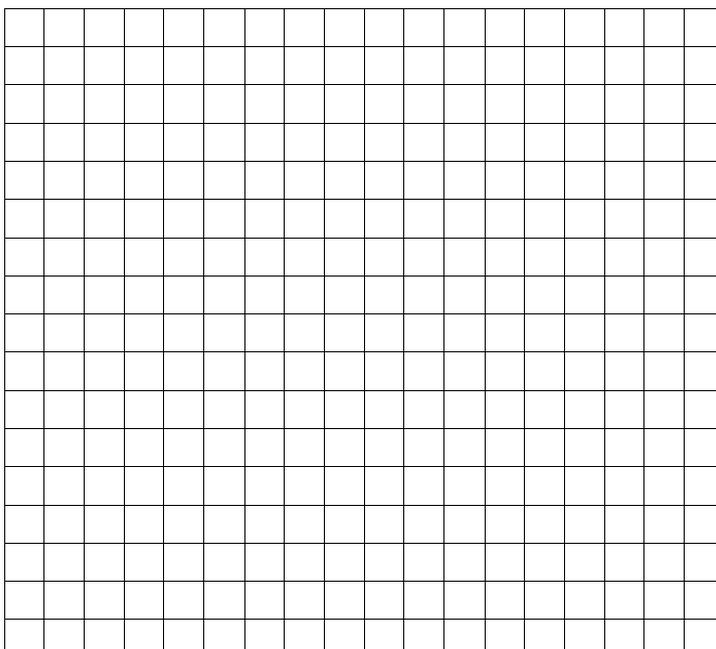
Das erste Bild ist das einfachste, das letzte das schwierigste. Da es leicht ist, Fehler zu machen, ist die Verwendung von Bleistift ratsam. Ein Radiergummi ist hilfreich.



4, 11  
4, 9, 2, 1  
4, 9, 2, 1  
4, 11  
4, 9  
4, 9  
5, 7  
0, 17  
1, 15



6, 5, 2, 3  
4, 2, 5, 2, 3, 1  
3, 1, 9, 1, 2, 1  
3, 1, 9, 1, 1, 1  
2, 1, 11, 1  
2, 1, 10, 2  
2, 1, 9, 1, 1, 1  
2, 1, 8, 1, 2, 1  
2, 1, 7, 1, 3, 1  
1, 1, 1, 1, 4, 2, 3, 1  
0, 1, 2, 1, 2, 2, 5, 1  
0, 1, 3, 2, 5, 2  
1, 3, 2, 5



6, 2, 2, 2  
5, 1, 2, 2, 2, 1  
6, 6  
4, 2, 6, 2  
3, 1, 10, 1  
2, 1, 12, 1  
2, 1, 3, 1, 4, 1, 3, 1  
1, 2, 12, 2  
0, 1, 16, 1  
0, 1, 6, 1, 2, 1, 6, 1  
0, 1, 7, 2, 7, 1  
1, 1, 14, 1  
2, 1, 12, 1  
2, 1, 5, 2, 5, 1  
3, 1, 10, 1  
4, 2, 6, 2  
6, 6





# Variationen und Erweiterungen

1. Legt Pauspapier auf das Raster, und malt euer Bild darauf, um ein Bild ohne störende Linien zu erhalten.
2. Anstatt das Raster auszumalen, können die Schüler auch rechteckige Papierstücke (post-it) aufkleben, oder Objekte auf einem entsprechend grossen Raster platzieren.

## Diskussion

Die maximale Anzahl gleicher, aufeinanderfolgender Pixel ist durch die Speicherung als Binärzahlen beschränkt. Wie würde man zwölf aufeinanderfolgende schwarze Pixel darstellen, wenn man nur Zahlen bis sieben verwenden darf? (Das lässt sich darstellen, indem z.B. sieben schwarzen Pixeln null weiße Pixel und dann fünf schwarze Pixel folgen.)

# Informationen zur Bilddarstellung

Ein Faxgerät ist nichts anderes, als ein einfacher Computer, der eine schwarz-weiss Seite als 1000 x 2000 Pixel kodieren kann, diese über ein Modem an eine anderes Faxgerät sendet, welches diese Pixel dann ausdrucken kann. Faxbilder bestehen oftmals aus grossen weissen Flächen oder vielen aufeinanderfolgenden schwarzen Pixeln (z.B. eine Linie). Auch Farbbilder bestehen aus sich wiederholenden Elementen. Um den dafür benötigten Speicherplatz gering zu halten, stehen Programmierern verschiedene Kompressionstechniken zur Verfügung. Die in dieser Übung genutzte Methode nennt sich „Laufängencodierung“, und wird oft genutzt, um Bilder zu komprimieren. Würden Bilder nicht komprimiert werden, bräuchten sie mehr Speicherplatz und damit auch länger zur Übertragung. Das Senden und Empfangen von Faxen wäre deutlich zeitaufwändiger und im Internet könnten nur ganz kleine Bilder angezeigt werden. Faxbilder werden in der Regel auf ein Siebtel ihrer ursprünglichen Grösse komprimiert. Ohne Datenkompression würde es siebenmal so lange dauern ein Fax zu senden!

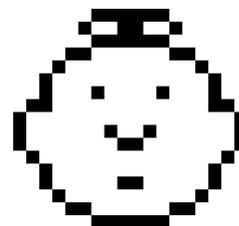
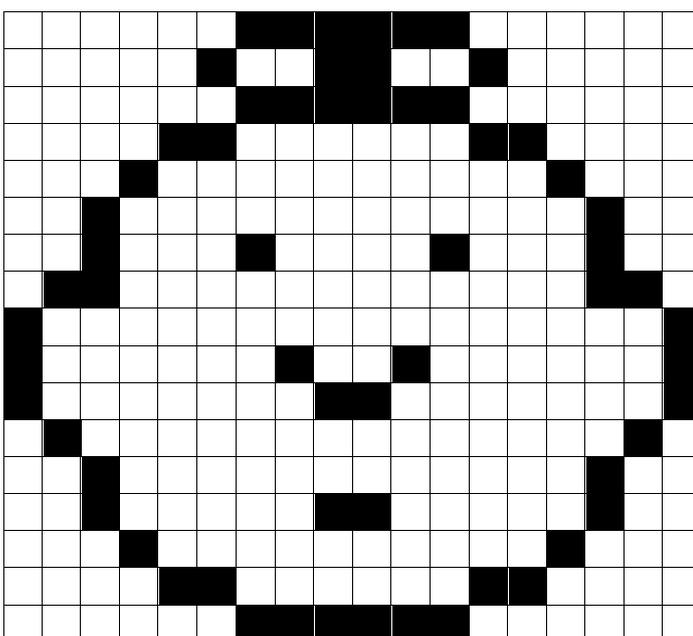
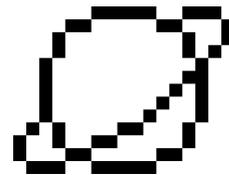
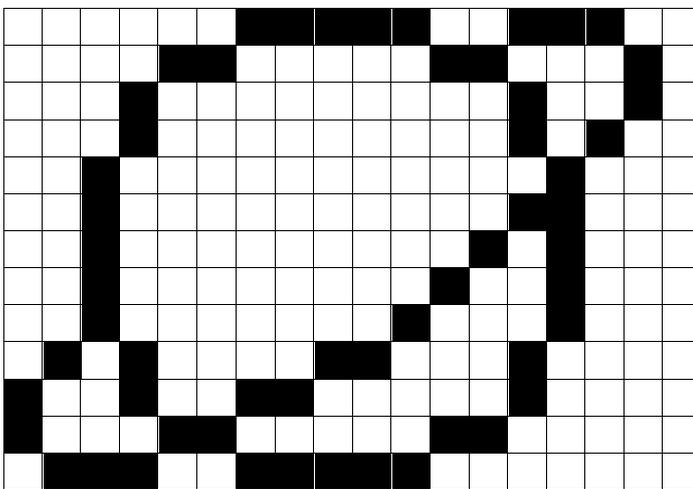
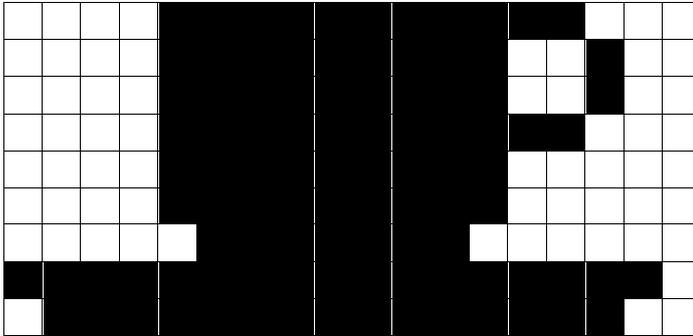
Fotos werden häufig auf ein Zehntel oder ein Hundertstel ihrer Originalgrösse komprimiert (dazu wird aber eine andere Technik als die hier gezeigte verwendet). So können mehr Bilder auf einer CD gespeichert werden und das Betrachten von Fotos im Internet ist schneller möglich.

Der Programmierer entscheidet, welche Kompressionstechnik für das zu übertragene Bild am besten geeignet ist.



# Lösungen und Tipps zur Bilddarstellung

Auflösung zum Arbeitsblatt: Faxen



# Aktivität 3

## Wiederhol das, bitte! - Textkompression

### Zusammenfassung

Da Computer nur über begrenzten Speicherplatz verfügen, müssen sie Informationen so effizient wie möglich speichern. Das nennt man Kompression. Indem Daten vor dem Speichern komprimiert und beim Abrufen dekomprimiert werden, können Computer mehr Daten speichern und diese Daten auch schneller über das Internet versenden.

### verwandte Themen

- ✓ Deutsch: Erkennen von Mustern in Worten und Texten.
- ✓ Technik: Technologisches Wissen und Verständnis. Wie arbeiten Computer.

### Vorkenntnisse

- ✓ Geschriebene Texte abschreiben

### Alter

9+

### Materialien

Die Lehrperson benötigt:

- ✓ Kopie der Folienvorlage: Wiederhol das bitte!

Jedes Kind benötigt:

- ✓ Arbeitsblatt: Wiederhol das bitte!
- ✓ Arbeitsblatt: Bonus für Experten
- ✓ Arbeitsblatt: Kurz und bündig
- ✓ Arbeitsblatt: Bonus für echte Experten

# Wiederhol das bitte!

## Einleitung

Computer müssen eine Menge Daten speichern und übermitteln. Damit auf vorhandenen Speicherplatz möglichst viel Daten passen, oder diese Daten schnell übermitteln werden können, müssen auch Texte komprimiert werden.

## Beispiel und Fragestellung

Zeigen Sie die Folie „Der Regen“. Sucht nach Mustern in der Buchstabenanordnung. Versucht Gruppen aus zwei oder mehr Buchstaben oder gar ganze Wörter, zu finden, die sich wiederholen. (Ersetzt wiederkehrende Gruppen durch Boxen, wie im Diagramm unten gezeigt).

Plitsch, Platsch



Plitsch, Pla

Der Regen

Plitsch, platsch

Plitsch, platsch

Sind das die Gespenster?

Plitsch, platsch

Plitsch, platsch

Sind nur Tropfen an deinem  
Fenster!

# Arbeitsblatt: Wiederhol das bitte!

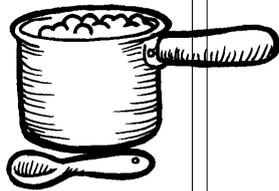
Im folgenden Gedicht fehlen Buchstaben und ganze Wörter. Versucht die fehlenden Buchstaben und Wörter korrekt einzusetzen. Die fehlenden Wörter und Buchstaben findet ihr, wenn ihr dem Pfeil folgt.

The puzzle consists of a grid of text boxes. The text is as follows:

Peas	por	idg	h. t,
			cold,
			in the p
Nine days			
Some like it			

Arrows indicate the following connections:

- From the missing letter in "Peas" to the letter 'a' in "Peas".
- From the missing letter in "por" to the letter 'o' in "por".
- From the missing letter in "idg" to the letter 'd' in "idg".
- From the missing letter in "h. t," to the letter 't' in "h. t,".
- From the missing letter in "cold," to the letter 'o' in "cold,".
- From the missing letter in "in the p" to the letter 'p' in "in the p".
- From the missing letter in "Nine days" to the letter 'y' in "days".
- From the missing letter in "Some like it" to the letter 't' in "it".
- From the missing letter in the first empty box to the letter 'a' in "Peas".
- From the missing letter in the second empty box to the letter 'o' in "por".
- From the missing letter in the third empty box to the letter 'd' in "idg".
- From the missing letter in the fourth empty box to the letter 't' in "h. t,".
- From the missing letter in the fifth empty box to the letter 'o' in "cold,".
- From the missing letter in the sixth empty box to the letter 'p' in "in the p".
- From the missing letter in the seventh empty box to the letter 'y' in "days".
- From the missing letter in the eighth empty box to the letter 't' in "it".
- From the missing letter in the ninth empty box to the letter 'a' in "Peas".
- From the missing letter in the tenth empty box to the letter 'o' in "por".
- From the missing letter in the eleventh empty box to the letter 'd' in "idg".
- From the missing letter in the twelfth empty box to the letter 't' in "h. t,".
- From the missing letter in the thirteenth empty box to the letter 'o' in "cold,".
- From the missing letter in the fourteenth empty box to the letter 'p' in "in the p".
- From the missing letter in the fifteenth empty box to the letter 'y' in "days".
- From the missing letter in the sixteenth empty box to the letter 't' in "it".



Sucht euch einen einfachen Kinderreim und versucht daraus euer eigenes Puzzle zu machen. Achtet darauf, dass die Pfeile immer auf einen schon dagewesenen Textteil verweisen. Am Ende sollte euer Reim von links nach rechts, und von oben nach unten dekodierbar sein, genauso wie man auch normal liest.

## Herausforderung:

Wie viele der ursprünglichen Wörter müsst ihr erhalten?

## Tipp:

Verwendet nicht so viele Pfeile, bis es unleserlich wird. Lasst um die Buchstaben und Wörter viel Platz, so dass ihr genügend Platz für Kästchen in Kästchen und die dazugehörigen Pfeile habt. Es ist leichter, wenn ihr zuerst das Gedicht aufschreibt, und dann entscheidet, wo die Kästchen und Pfeile hin sollen.

# mögliche Texte zum Bearbeiten

## SIEBI CHUGELRUNDI SÄU

Siebe chugelrundi Säu  
Liged näbenand im Heu,  
alli tünd grunze, alli tüend schmatze,  
und enand am Rugge chraze.  
Mzä, mzä, mzä-zä,  
mzä, mzä, mzä-zä

Ufzmal chunt de göli Leu  
Zu de siebä Säuli-i säu  
D`Säuli fräged: willsch du eus frässe  
Oder häsch scho zmittag gässe?  
Mzä, mzä, mzä-zä,  
mzä, mzä, mzä-zä

Doch de Leu fangt afa lache  
Ich mach doch nid sötigi Sache,  
ich will nume da bi eu  
echli Leuä i dem Heu.

## RA-RI-RA, DE SUMMER ISCH JETZT DA!

1. Ra-ri-ra, de Summer isch jetzt da!  
O chum mer wänd in Garte,  
dem schöne Summer warte.  
Ra-ri-ra, de Summer isch jetzt da!
2. Ra-ri-ra, de Summer isch jetzt da!  
Juhe, mer gönd i d' Hecke,  
mer wänd de Summer wecke.  
Ra-ri-ra, de Summer isch jetzt da!
3. Ra-ri-ra, de Summer isch jetzt da!  
De Summer de het gwunne,  
de Winter isch zerrunne.  
Ra-ri-ra, de Summer isch jetzt da!

## TIERLITÄNZLI, CHATZESCHWÄNZLI

1. Tierlitänzli, Chatzeschwänzli,  
`s Chätzli wott go muse,  
`s Müsli isch is Löchli gschloffte  
und cha nümme use.
2. Tierlitänzli, Chatzeschwänzli,  
was söll `s Chätzli mache?  
S tänzlet um das Löchli ume.  
Isch das nid zum Lache?
3. Tierlitänzli, Chatzeschwänzli,  
dasmal isch's nöd grate.  
Chätzli, du muesch hüt is Bett  
ohni Müslibrate.

## DE GUGGU UF EM DÜRRE ASCHT

1. De Guggu uf em dürre - sideli, wädeli rum rum rum  
de Guggu uf em dürre Ascht.  
Und wänn es rägnet wird er - sideli, wädeli rum rum rum  
und wänn es rägnet wird er nass.
2. Do chunnt de liebi Sunne - sideli, wädeli rum rum rum  
do chunnt de liebi Sunneschii.  
Und macht das Vögeli wieder - sideli, wädeli rum rum rum  
und macht das Vögeli wieder fiin.

## Schuehmächerli

Schuehmächerli, Schuehmächerli,  
was choschtet mini Schueh?  
Drü Bätzeli, drü Bätzeli,  
und d'Negeli dezue.  
Drü Bätzeli, drü Bätzeli,  
das isch mer wärli z'tüür,  
da lauf-i lieber barfuess  
durs Wasser und durs Füür!

## D' ZYT ISCH DA!

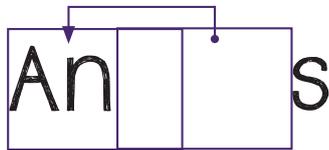
„D' Zyt isch da! D' Zyt isch da!“,  
singt's uf em Nussbaum scho, Guggu!  
„D' Zyt isch da! D' Zyt isch da!“,  
singt's uf em Nussbaum scho.  
Singt's uf em Schlehdornhag,  
singt's was es singe mag,  
's isch Maietag, 's isch Maietag!

## D' FLÖCKLI TANZED, JUPELIHE!

1. D' Flöckli tanzed, jupelihe!  
Bäum und Wiese, alls voll Schnee!  
Jupeli, jupeli, jupelihe!  
D' Bäum und Wiese alls voll Schnee.
2. D' Flöckli tanzed, jupelihu!  
Schlittle wämmer, ich und du!  
Jupeli, jupeli, jupelihu!  
Schlittle wämmer, ich und du!
3. D' Flöckli tanzed, jupelihei!  
Wämmer früüred gömmer hei!  
Jupeli, jupeli, jupelihei!  
Wämmer früüred gömmer hei!

# Arbeitsblatt: Bonus für Experten

Können Sie dieses Puzzle auflösen?



Manchmal verweist ein fehlender Textteil auf sich selbst. In diesem Fall kann es dekodiert werden, wenn man die Buchstaben nacheinander von links nach rechts überträgt. So wird jeder Buchstabe verfügbar, bevor er gebraucht wird. Dies ist besonders sinnvoll bei sich wiederholenden Buchstaben oder Zeichenfolgen.

Versucht ähnliche Beispiele zu finden.

Computer nutzen Zahlen statt Kästchen und Pfeilen.  
Zum Beispiel:

Ananas

kann als  $An(2,3)s$  geschrieben werden. „2“ bedeutet, zähle zwei Buchstaben rückwärts um den Startbuchstaben des zu kopierenden Segments zu finden,

An\_\_\_\_s

und „3“ steht für die Anzahl der zu kopierenden Buchstaben:

Ana\_\_s

Anan\_s

Ananas



Da nun zwei Zahlen benötigt werden, um das Wort zu kodieren, macht diese Kompression nur Sinn, wenn zwei oder mehr Buchstaben ersetzt werden können.

Die Größe einer Datei würde zunehmen, wenn pro Buchstabe zwei Zahlen zum Kodieren verwendet werden.

## Zusatzaufgabe für Experten:

Überlegt euch noch weitere Wörter und schreibt sie so, wie sie ein Computer nach einer Textkompression schreiben würde. Können eure Freunde den Code entschlüsseln?

# Arbeitsblatt: kurz und bündig

Wie viele Wörter braucht man hier wirklich?

Stellt euch vor, ihr seid ein Computer und müsst möglichst viel auf eurer Festplatte speichern. Streicht alle Gruppen mit mindestens zwei Buchstaben, die bereits vorkamen. Die braucht ihr nicht mehr, da ihr diese durch einen Bezugspfeil ersetzen könnt. Ziel ist es, möglichst viel Buchstaben zu streichen.

Eine feine Dame verschluckte einen Spatz

Das letzte was der Spatz noch machte,

war ein lauter Schmatz

Der Schmatz hat eine Katze geweckt

Die Katze ist schnell hochgeschreckt

Und hat die Dame am Knöchel geleck

Die Dame fühlte sich davon geneckt

Und wollte sich zur Katze knien

Da hat sie den Spatz wieder ausgespien

...

# Arbeitsblatt: Bonus für Top-Experten

Seid ihr bereit für eine echte Kompressions-Herausforderung?

Die folgende Geschichte wurde von einem Computerprogramm analysiert.

Der Computer fand heraus, dass dreiviertel der Buchstaben entfernt werden könnten. Wie viele Buchstabenfolgen könnt ihr streichen? Denkt aber daran, dass nur zwei oder mehr aufeinanderfolgende Buchstaben gestrichen werden können.

Viel Erfolg!

*Es war einmal, vor langer, langer Zeit, da lebte eine Schweinemutter mit ihren drei kleinen Schweinchen. Als die drei kleinen Schweinchen gross genug waren, schickte sie ihre Mutter in die Welt hinaus, um sich ein eigenes Haus zu bauen. Das erste kleine Schweinchen war nicht sehr schlau und baute sich ein Haus aus Stroh, denn das war einfach und auch billig. Das zweite kleine Schweinchen war auch nicht sehr schlau und baute sich ein Haus aus Holz, denn das sah gut aus. Das dritte kleine Schweinchen war klüger, und baute sich ein Haus aus Stein.*

*Eines Tages sass das erste kleine Schweinchen in seinem Lieblingssessel und las ein Buch, als es leise an der Türe klopfte. Es war der grosse, böse Wolf, der in das Haus aus Stroh wollte.*

*„Kleines Schwein, kleines Schwein, lass mich doch zu dir herein!“ rief der Wolf.*

*„Bin ganz allein, bin ganz allein und lass dich nicht ins Haus hinein!“ antwortete da das erste kleine Schweinchen.*

*„Ich werde strampeln und trampeln, ich werde husten und prusten und dir dein Haus zusammenpusten!“ gab der Wolf zurück. Und der Wolf strampelte und trampelte, er hustete und prustete und pustete das ganze Haus zusammen. Das erste kleine Schweinchen war aber schon zu seinem Bruder in das Haus aus Holz gelaufen. Es dauerte nicht lange, da klopfte der Wolf auch an diese Tür.*

*„Kleines Schwein, kleines Schwein, lass mich doch zu dir herein!“ rief der Wolf.*

*„Bin ganz allein, bin ganz allein und lass dich nicht ins Haus hinein!“ antwortete da das zweite kleine Schweinchen.*

*„Ich werde strampeln und trampeln, ich werde husten und prusten und dir dein Haus zusammenpusten!“ gab der Wolf zurück. Und der Wolf strampelte und trampelte, er hustete und prustete und pustete das ganze Haus zusammen. Die zwei kleinen Schweinchen waren aber schon zu ihrem Bruder in das Haus aus Stein gelaufen. Es dauerte nicht lange, da klopfte der Wolf auch an diese Tür.*

*„Kleines Schwein, kleines Schwein, lass mich doch zu dir herein!“ rief der Wolf.*

*„Bin ganz allein, bin ganz allein und lass dich nicht ins Haus hinein!“ antwortete da das dritte kleine Schweinchen.*

*„Ich werde strampeln und trampeln, ich werde husten und prusten und dir dein Haus zusammenpusten!“ gab der Wolf zurück. Und der Wolf strampelte und trampelte, er hustete und prustete und pustete, doch das Haus aus Stein blieb standhaft. Bald ging dem Wolf die Puste aus. Der Wolf schritt ums Haus herum, herum und nochmal herum. Plötzlich hatte der Wolf eine Idee. Der Schornstein. Schnell kletterte er auf eine Kiste, von der Kiste auf einen Baum, vom Baum auf das Dach. Doch was musste der Wolf da feststellen. Das dritte kleine Schweinchen hatte nicht nur sein Haus aus Stein gebaut, sondern auch sein Dach mit Solarzellen gedeckt, so dass es keinen Schornstein zum Heizen brauchte. Der Wolf aber ärgerte sich so sehr darüber, dass er vor lauter Ärger auf den glatten Solarzellen ausrutschte und vom Dach stürzte. Seit diesem Tage hat der Wolf die drei kleinen Schweinchen nie wieder aufgesucht und die drei kleinen Schweinchen lebten glücklich und zufrieden in ihrem Haus aus Stein. Und wenn sie nicht gestorben sind, dann leben sie auch heute noch.*

# Informationen zum Komprimieren

Die Speicherkapazität moderner Computer steigt rapide an. Der durchschnittliche Speicherplatz eines Computers hat sich in den letzten 25 Jahren um den Faktor 1 Million gesteigert. Und wir finden immer noch mehr Dinge, mit denen wir unseren Computer füllen können.

Computer können Bücher oder gar ganze Bibliotheken speichern, Musikstücke oder ganze Filme, sofern sie den benötigten Speicherplatz haben. Grosse Dateien sind aber auch ein Problem für die Kommunikation via Internet, da es lange dauert, sie zu übertragen. Und schliesslich erwarten wir, dank fortschreitender Miniaturisierung, dass selbst ein Handy oder eine Uhr in der Lage sind grosse Datenmengen zu speichern.

Es gibt allerdings eine Lösung zu diesem Problem. Statt immer mehr Speicher oder immer schnellere Datenverbindungen zu entwickeln, können wir Daten komprimieren, so dass sie weniger Speicherplatz benötigen. Der Prozess des Komprimierens und Dekomprimierens macht der Computer in der Regel automatisch. Uns fällt das dann auf, wenn mehr auf eine Festplatte passt oder Seiten aus dem Internet schneller laden. Dabei muss der Computer aber mehr Rechenarbeit leisten.

Es wurden schon viele Methoden zur Kompression entwickelt. Die Methode in dieser Übung, bei der auf schon bereits vorkommende Textteile verwiesen wird, nennt man „Ziv-Lempel Kompression“ oder „LZ-Algorithmus“ und wurde von zwei israelischen Professoren in den 70er Jahren entwickelt. Dieses Kompressionsverfahren ist unabhängig von der Sprache des zu komprimierenden Texts und kann die Datenmenge eines Textes verlustfrei halbieren. Das „zip“ Kompressionsverfahren bei Computern basiert darauf, genau wie das Bildformat „GIF“. Auch Hochgeschwindigkeits-Modems nutzen diese Technologie. Im Falle der Modems reduziert dieses Kompressionsverfahren die Menge an Daten, die über die Telefonleitung übermittelt werden müssen, wodurch der Übertragungsprozess erheblich beschleunigt wird.

Andere Methoden basieren auf der Grundlage, dass Buchstaben, die häufig vorkommen, einen kürzeren Code haben sollten, als Buchstaben, die seltener verwendet werden. Auf diesem Prinzip basiert der Morse-Code.

# Lösungen

# Aktivität 4

## Kartentricks - Fehler finden und beseitigen

### Zusammenfassung

Wenn wir Daten auf einer Datenträger speichern, oder von einem Computer zu einem anderen übertragen, gehen wir in der Regel davon aus, dass die Daten dabei nicht verändert werden. Es kann aber durchaus vorkommen, dass Daten unbeabsichtigt verändert werden. Diese Übung zeigt anhand eines Zaubertricks, wie Fehler entdeckt und behoben werden können.

### verwandte Themen

- ✓ Mathematik: Zahlen ab der dritten Klasse. Erkundung von Berechnungen und Schätzungen.
- ✓ Mathematik: Algebra ab der dritten Klasse. Erkundung von Mustern und Übereinstimmungen
- ✓ Mathematik: Reihen, Spalten, Koordinaten
- ✓ Technologie: Daten auswerten

### Vorkenntnisse

- ✓ Zählen
- ✓ Unterscheidung von geraden und ungeraden Zahlen

### Alter

7+

### Materialien

Die Lehrperson benötigt:

- ✓ Ein Satz mit 36 Magnetplättchen, eine Seite weiss, eine Seite schwarz oder Wendeplättchen
- ✓ evtl. eine Magnettafel für Demonstrationszwecke.

Jedes Kind benötigt:

- ✓ 36 identische Kärtchen oder Plättchen, deren Seiten eindeutig unterscheidbar sind

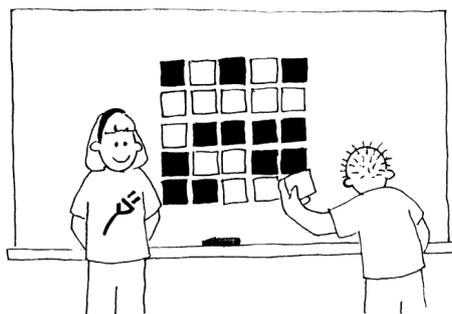
# Der Zaubertrick

## Demonstration

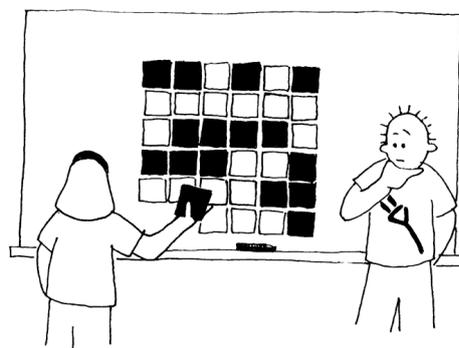
Hier ist Ihre Chance als Zauberkünstler!

Sie benötigen einen Stapel gleicher Karten, mit zwei unterschiedlichen Seiten. (Um Ihren eigenen Kartensatz zu basteln, schneiden Sie einfach die benötigte Anzahl Kärtchen aus einem grossen Stück einseitig bedruckter Bastelpappe). Für die Vorführung eignen sich Magnetkärtchen, wie es sie für Kühlschrankschürten gibt, mit unterschiedlicher Farbe je Seite, am besten.

1. Betrauen Sie ein Kind mit der Aufgabe, die Karten in einem 5 x 5 Quadrat auszulegen. Welche Seite sichtbar ist, sollte im Idealfall dem Zufall überlassen werden.



Jetzt fügen Sie rechts und unten jeweils eine Reihe an, „um es ein bisschen schwieriger zu machen“.



Diese Karten sind das Herzstück des Tricks. Sie müssen so gelegt werden, dass in jeder Reihe und in jeder Spalte immer eine gerade Anzahl gleicher Farbe sichtbar ist.

Bitten Sie nun ein Kind, genau eine Karte umzudrehen, während Sie sich die Augen zuhalten. Die Reihe und die Spalte, in der eine Karte umgedreht wurde haben jetzt eine ungerade Zahl farbiger Karten. Dadurch lässt sich die veränderte Karte eindeutig identifizieren. Können die Schüler rausfinden, wie der Trick funktioniert?

## Weihen Sie die Kinder in die Kunst des Zaubertricks ein:

1. Je zwei Kinder bilden eine Gruppe und legen ihre Karten als  $5 \times 5$  Quadrat aus.
2. Lassen Sie die Kinder die aufgedeckten Kärtchen in jeder Zeile und in jeder Spalte zählen. Ist die Zahl gerade oder ungerade? Achtung, 0 ist eine gerade Zahl. Jetzt wird an jede Zeile eine sechste Karte angefügt, die dafür sorgt, dass immer eine gerade Anzahl an Karten je Reihe aufgedeckt ist. Dieses Kärtchen nennt man beim Computer „Paritätsbit“.
3. Fügen Sie nun eine sechste Karte an die unterste Reihe an, so dass die Anzahl aufgedeckter Karten in jeder Spalte gerade ist.
4. Drehen Sie nun eine beliebige Karte um. Was geschieht mit der Anzahl aufgedeckter Karten in der betreffenden Reihe und Spalte? (Die Anzahl aufgedeckter Karten ist in der veränderten Reihe und Spalte ungerade). Dank der angefügten Paritätskarte lässt sich eindeutig erkennen, wo sich ein Fehler eingeschlichen hat.
5. Lassen Sie nun die Schüler abwechselnd den „Zaubertrick“ vorführen.

## Weiterführende Übungen:

1. Probieren Sie andere Objekte aus. Alles mit zwei unterschiedlichen Seiten / Zuständen ist brauchbar. Dazu zählen Spielkarten, Münzen oder Karten, auf die 0 oder 1 aufgerückt sind (als Brücke zum Binärsystem).
2. Was passiert, wenn zwei oder mehr Karten gewendet werden? (Es ist nicht immer möglich genau zu bestimmen, welche zwei Karten verändert wurden. Es lässt sich aber erkennen, dass etwas verändert wurde. In der Regel lässt sich der Fehler auf zwei mögliche Paare reduzieren. Werden 4 Karten gewendet, ist es möglich, dass danach alle Paritätskarten stimmen, und somit der Fehler unentdeckt bleibt.)
3. Eine weitere interessante Übung ist, die Betrachtung der Karte in der rechten unteren Ecke. Wenn diese Karte als Paritätskarte für die rechte Spalte dient, ist sie dann auch für die unterste Zeile richtig? (Die Antwort lautet ja, immer.)
4. In dieser Übung haben wir eine gerade Parität verwendet - die Anzahl farbiger Karten je Reihe / Spalte ist immer gerade. Können wir das selbe Ergebnis mit ungerader Parität erreichen? (Es ist möglich, aber die Karte im rechten unteren Eck ist nur dann für die letzte Zeile und letzte Spalte gleich, wenn es eine ungerade oder gerade Anzahl sowohl der Zeilen, als auch der Spalten gibt. So würde eine  $5 \times 9$  oder eine  $4 \times 6$  Matrix funktionieren, eine  $4 \times 3$  Matrix aber nicht.)

# Ein reales Beispiel für Experten

Die gleiche Methode wird zur Überprüfung der Eingabe bei Büchercodes verwendet. Jedes veröffentlichte Buch hat eine zehnstellige ISBN Nummer, die sich in der Regel auf dem Buchrücken findet. Die zehnte Ziffer ist dabei eine Prüfziffer, genau wie das Paritätsbit in der vorangegangenen Übung.

Das bedeutet, dass ein Verlag bei einer Bestellung über die ISBN (Internationale Standardbuchnummer), überprüfen kann, ob bei der Eingabe ein Fehler gemacht wurde. Dazu muss er nur die letzte Ziffer prüfen. So wird verhindert, dass Buchbesteller auf ein falsches Buch warten.

Und so errechnet sich die Prüfsumme:

Man multipliziert die erste Ziffer mit zehn, die zweite mit neun, die dritte mit acht, usw., bis zur neunten Ziffer, die mit zwei multipliziert wird. Die Ergebnisse werden dann zu einer Summe addiert.

Als Beispiel nehmen wir folgende ISBN 0-13-911991-4:

$$(0 \times 10) + (1 \times 9) + (3 \times 8) + (9 \times 7) + (1 \times 6) + (1 \times 5) + (9 \times 4) + (9 \times 3) + (1 \times 2) = 172$$

Wie oft passt die Zahl elf in das Ergebnis. Was bleibt als Rest?

$$172 \div 11 = 15 \text{ Rest } 7$$

Ist der Rest null, dann ist auch die Prüfsumme null. In allen anderen Fällen erhält man die Prüfsumme, indem man den Rest von elf abzieht:

$$11 - 7 = 4$$

Stimmt das Ergebnis mit der letzten Ziffer der ISBN überein? Ja!

Wäre die letzte Ziffer der ISBN nicht vier, wüssten wir, dass sich ein Fehler eingeschlichen hat. Es ist möglich als Prüfsumme zehn zu erhalten. Weil hierfür mehr als eine Ziffer nötig wäre, wird in diesem Fall ein X, die römische Zahl zehn, verwendet. (Das zehnstellige ISBN-10 System war bis Dezember 2006 in Gebrauch. Am 01. Januar wurde es vom neuen ISBN-13 abgelöst. Neuere Bücher haben nun eine 13-stelligen ISBN-Code.)

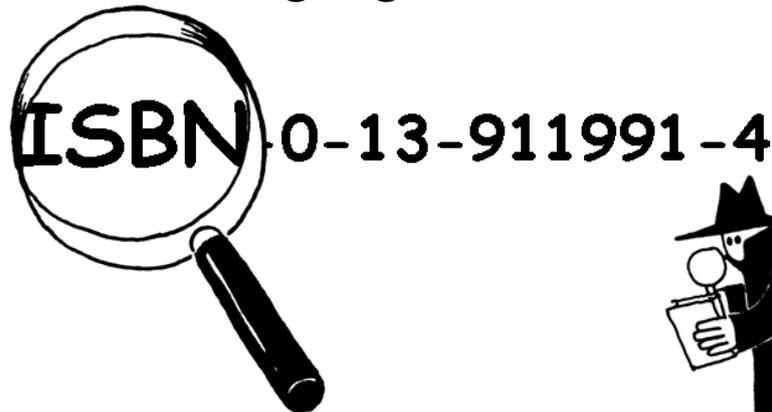


▲ Ein Strichcode (EAN) wie man ihn auf vielen handelsüblichen Artikeln findet.

Ein weiteres Beispiel, für den alltäglichen Einsatz einer Prüfziffer sind die Strichcodes auf Haushaltswaren. Obwohl hier eine andere Berechnung zugrunde liegt, dient auch hier eine Prüfziffer am Ende zur Überprüfung des verkauften Produkts. An Scannerkassen wird eine falsche Prüfziffer mit einem Piepsen quittiert, so dass der Kassierer weiss, dass er den Artikel erneut scannen muss.

# Buchprüfungsservice!

Detektei Bücherwurm  
Buchverfolgungsservice GmbH



Wir finden und überprüfen ISBN Prüfnummern für wenig Geld.  
Macht mit - durchforstet euer Klassenzimmer nach echten ISBN-  
Nummern.

## Stimmen die Prüfsummen?

Manchmal schleichen sich Fehler ein.

Die am häufigsten vorkommenden Fehler sind:

- eine Ziffer wurde falsch eingegeben;
- zwei aufeinanderfolgende Ziffern wurden vertauscht;
- es wurde eine Ziffer zu viel eingegeben; und
- es ist insgesamt eine Ziffer zu wenig

Wer findet ein Buch, das als Prüfziffer ein X für die Prüfsumme 10 stehen hat? Das sollte sich mit ein bisschen suchen finden lassen. Eins von elf Büchern sollte ein X als Prüfnummer haben.

Welche Art von Fehler könnte unerkannt bleiben? Kann man eine Ziffer ändern, ohne dass sich die Prüfziffer verändert? Was passiert wenn man zwei Ziffern vertauscht (ein häufig auftretender Tippfehler)?

# Informationen zu Fehlercodes

Man stelle sich einmal vor, jemand zahlt 10,00 Franken auf sein Bankkonto ein. Der Kassierer tippt den eingezahlten Betrag ein und sendet es an den Zentralrechner. Nehmen wir nun einmal an, es gibt einen Übertragungsfehler und statt 10,00 Franken werden dem Konto 1.000,00 Franken gutgeschrieben. Das ist zwar für den Kunden gut, für die Bank wäre es jedoch fatal!

Deshalb ist es wichtig, Übertragungsfehler zu erkennen. Der Computer, der Daten empfängt, muss sicherstellen, dass die Daten auf dem Weg nicht durch äussere Einflüsse, wie magnetische Felder, manipuliert wurden. Manchmal kann man die Daten einfach erneut übertragen, es gibt aber auch Situationen in denen diese Lösung suboptimal ist. Zum Beispiel, wenn eine CD oder ein Band durch elektrische oder magnetische Strahlung, durch Hitze oder kinetische Energie beschädigt wurde. Oder wenn wir Daten aus den Tiefen des Weltalls erhalten, und, im Falle eines Übertragungsfehlers, sehr lange auf eine erneute Übertragung warten müssten! (Es dauert über zweieinhalb Stunden, um ein Funksignal vom Jupiter zu übertragen, wenn er der Erde am nächsten steht!)

Aus diesen Gründen ist eine Fehlererkennung sowie eine Fehlerkorrektur bei der Datenübertragung unverzichtbar. Die gleiche Technik, die wir bei unserem „Zaubertrick“ verwendet haben, wird auch von Computern genutzt. Indem die Bits in imaginären Zeilen und Spalten angeordnet und dann jeder Zeile und jeder Spalte ein Paritätsbit zugeordnet wird, kann der Computer nicht nur erkennen, dass ein Fehler aufgetreten ist, sondern in der Regel auch, wo er aufgetreten ist. Das veränderte Bit wird in den korrekten Zustand zurückversetzt und die Fehlerkorrektur damit erfolgreich angewandt.

Natürlich kommen bei Computern noch komplexere Fehlererkennungssysteme zum Einsatz, die in der Lage sind mehrere auftretende Fehler zu erkennen und zu beheben. Die Festplatte in einem Computer reserviert einen Teil ihrer Kapazität ausschliesslich für die Fehlerkorrektur, so dass die Festplatte auch dann noch zuverlässig arbeitet, wenn einzelne Sektoren ausfallen. Das hierbei verwendete System ist dem Paritätssystem sehrähnlich.

# Lösungen und Tipps zu Fehlercodes

Fehler können unerkannt bleiben, wenn zwei Ziffern derart vertauscht werden, dass die Summe gleich bleibt.

Aber die zwei häufigsten Fehler, dass zwei benachbarte Ziffern vertauscht werden oder eine Ziffer falsch eingegeben wurde, wird erkannt.

# Aktivität 4

## Zwanzig Fragen - Informationstheorie

### Zusammenfassung

Wie viel Information enthält ein Buch mit 1000 Seiten? Enthält ein 1000-seitiges Telefonbuch mehr Informationen oder eine Stapel 1000 unbeschriebener Blätter oder

Tolkiens Herr der Ringe? Wenn es eine Möglichkeit gäbe, den Informationsgehalt zu messen, könnten wir abschätzen, wie viel Platz die Speicherung der Information benötigt. Versuchen Sie einmal, den folgenden Satz zu lesen:

n dsm Stz fhln jglch Vkl.

Wahrscheinlich können Sie den Satz lesen, denn in den Vokalen stecken nicht viel „Informationen“. Mit dieser Übung wollen wir einen Weg finden, den Informationsgehalt zu messen.

### verwandte Themen

- ✓ Mathematik: Zahlen ab der dritten Klasse. Erkunden von Zahlen: Grösser als, kleiner als, Zahlenbereiche.
- ✓ Mathematik: Algebra ab der dritten Klasse. Muster und Folgen.

### Vorkenntnisse

- ✓ Zahlen vergleichen und Arbeit mit Zahlenbereichen
- ✓ Deduktives Denken (logische Herleitungen machen können)
- ✓ Fragen stellen

### Alter

10+

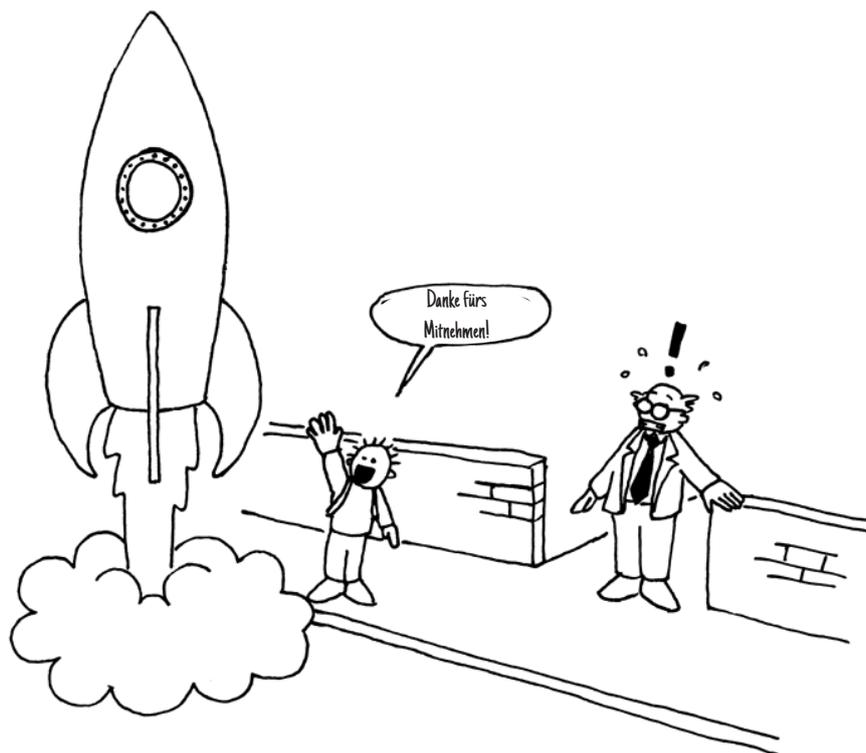
### Materialien

Jedes Kind benötigt:

- ✓ Arbeitsblatt zur Übung: Entscheidungsbäume

# Zwanzig Fragen

1. Versuchen Sie im Gespräch mit den Schülern zu klären, was für sie Informationen sind.
2. Wie könnte man messen, wie viel Informationen ein Buch enthält? Ist die Anzahl der Seiten oder die Anzahl Wörter wichtig? Kann ein Buch mehr Informationen enthalten als ein anderes? Was ist, wenn das Buch besonders interessant oder besonders langweilig ist? Enthält ein Buch mit 400 Seiten von denen viele Sätze „Blah, blah, blah“ sind mehr oder weniger Informationen als ein 400-seitiges Telefonbuch?
3. Informatiker messen den Informationsgehalt einer Nachricht (oder eines Buches!) daran, wie überraschend der Inhalt ist. Wird eine Information übermittelt, die man schon kennt - zum Beispiel, ein Freund, der jeden Tag zur Schule läuft, sagt: „Heute bin heute zu Fuss in die Schule gekommen.“ - dann erhält man dadurch keine neue Information, denn der Inhalt der Aussage ist bereits bekannt. Sagt der Schulfreund allerdings: „Ich bin heute mit dem Hubschrauber zur Schule gekommen“, dann wäre das überraschend und der Informationsgehalt wäre höher.
4. Wie können wir also den Überraschungswert einer Nachricht messen?
5. Eine Möglichkeit ist, wie schwer es ist, die Information zu erraten. Wenn der Schulfreund sagt, „Was meinst du, wie ich heute zur Schule gekommen bin“, und er ging zu Fuss, rät man wahrscheinlich gleich beim ersten Versuch richtig. Um zu erraten, dass er mit einem Hubschrauber kam, benötigt ein paar mehr Versuche. Noch schwieriger ist es zu erraten, wenn er mit einem Raumschiff zur Schule kam!
6. Der Informationsgehalt, den eine Nachricht enthält kann daran gemessen werden, wie leicht oder wie schwer diese zu erraten sind.



# Aktivität: Zwanzig Fragen

Dies ist eine Abwandlung des Spiels „20 Fragen“. Bei diesem Spiel denkt sich ein Schüler eine Zahl aus und die Anderen müssen versuchen mit geschickten Fragen herauszufinden, an welche Zahl der Schüler denkt. Dabei ist jede Frage erlaubt, die mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden kann.

## Vorschläge

Ich denke an:

- eine Zahl zwischen 1 und 100
- eine Zahl zwischen 1 und 1.000
- eine Zahl zwischen 1 und 1.000.000
- eine beliebige ganze Zahl
- sechs beliebige Zahlen in Folge (dem Niveau der Gruppe angepasst). Diese müssen von der ersten bis zur letzten erraten werden. (z.B. 2, 4, 6, 8, 10, 12)

Wie viele Fragen mussten gestellt werden, um das Ergebnis zu „erraten“. Dies ist ein Mass für den „Informationswert“.

## Weiterführender Gesprächsstoff

Welche Strategien haben die Schüler angewandt? Welche haben sie am schnellsten zum Ziel gebracht?

Jetzt ist ein guter Zeitpunkt den Schülern zu erklären, dass man nur sieben Fragen benötigt, um eine beliebige Zahl zwischen 1 und 100 zu erraten, wenn man den Zahlenbereich bei jeder Frage halbiert. Hier ein Beispiel:

Ist die Zahl kleiner als 50? Ja.

Ist die Zahl kleiner als 25? Nein.

Ist die Zahl kleiner als 37? Nein.

Ist die Zahl kleiner als 43? Ja.

Ist die Zahl kleiner als 40? Nein.

Ist die Zahl kleiner als 41? Nein.

Ist die Zahl kleiner als 42? Nein.

Die Zahl ist 42! Ja!

Dabei ist interessant zu wissen, dass es nicht zehnmal so viele Fragen benötigt, um eine Zahl zwischen 1 und 1000 zu erraten, sondern nur drei Fragen mehr. Jedes Mal, wenn sich der Zahlenraum verdoppelt, braucht man nur eine Frage mehr, um die Antwort zu finden.

Eine gute weiterführende Massnahme wäre, die Schüler das Spiel Mastermind spielen zu lassen.

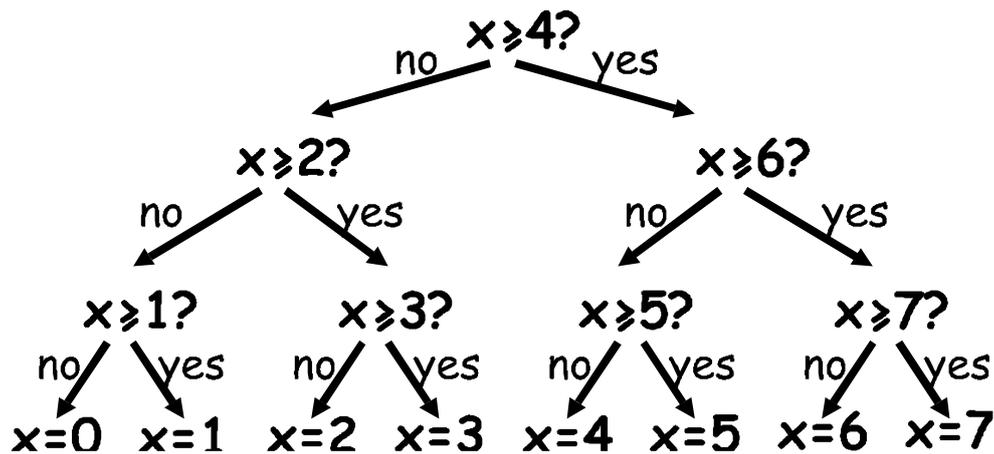
## Zusatzaufgabe: Wie viel Information enthält eine Aussage?

Informatiker versuchen nicht nur Zahlen vorherzusagen - sie versuchen auch vorherzusagen, welcher Buchstabe in einem Wort oder Satz als nächster kommt. Wiederholen Sie das Fragenspiel mit kurzen Sätzen, vier bis sechs Wörter lang. Die Buchstaben müssen in der richtigen Reihenfolge vorhergesagt werden. Einer schreibt dabei alle Buchstaben in der korrekten Reihenfolge auf und notiert, wie viele Versuche pro Buchstaben nötig sind. Jede Frage, die mit „ja“ oder „nein“ beantwortet werden kann, ist erlaubt. Beispiele: „Ist es ein t?“, „Ist es ein Vokal?“, oder „Kommt der Buchstabe im Alphabet vor dem m?“. Ein Leerzeichen zwischen Wörtern zählt auch als „Buchstabe“ und muss ebenfalls erraten werden. Lassen Sie die Schüler abwechselnd raten. Warum lassen sich manche Buchstaben schneller erraten als andere?

# Arbeitsblatt: Entscheidungsbäume

Wenn die Strategie, wie man Fragen stellen muss klar ist, kann man Nachrichten übermitteln, ohne überhaupt zu fragen.

Hier ist ein Diagramm, das man „Entscheidungsbaum“ nennt, und mit dessen Hilfe eine Zahl zwischen 0 und 7 erraten werden soll:



Welche ja/nein Entscheidungen braucht es, um die Zahl 5 zu „erraten“?

Wie viele ja/nein Entscheidungen braucht man, um eine beliebige Zahl zwischen 0 und 7 zu „erraten“?

Achtung, jetzt wird es spannend. Schreibt unter die Zahlen 0, 1, 2, 3 ... , 7 die Zahlen in Binärschreibweise.

Jetzt seht euch den Entscheidungsbaum an. Wenn man für „nein“ „0“ und für „ja“ „1“ einsetzt, was fällt dann auf?

In dem Zahlenvorhersagenspiel, versuchen wir die Fragen so zu stellen, dass die Reihenfolge der Antworten das Ergebnis in genau diesem Format darstellt.

Zeichnet nun einen eigenen Entscheidungsbaum, um Zahlen von 0 bis 15 zu erraten.

Bonus für Experten: Wie müsste ein Entscheidungsbaum aussehen, mit dem man das Alter eines Menschen erraten kann?

Wie müsste ein Entscheidungsbaum aussehen, um Buchstaben in einem Satz zu erraten?

# Informationen zu Entscheidungsbäume

Ein herausragender amerikanischer Mathematiker (und Jongleur und Einradfahrer) namens Claude Shannon hat mit diesem Spiel viel experimentiert. Er hat das Mass an Information in einem Bit erforscht - wobei jede ja/nein Antwort den Zuständen 1/0 jedes Bits entspricht. Dabei fand er heraus, dass die Menge an Information, die eine Aussage enthält von dem abhängt, was man bereits weiss. Manchmal können wir eine einzige Frage stellen und verhindern damit, dass wir eine Menge komplizierter Fragen stellen müssen. In diesem Fall ist der Informationsgehalt der Aussage gering.

Die Information, die sich aus dem Wurf einer Münze ergibt ist ein Bit: entweder Kopf oder Zahl. Wenn aber die Münze gezinkt ist, und sie bei zehn Würfen neun Mal Kopf zeigt, dann ist die Information pro Wurf weniger als ein Bit. Aber wie soll man das Ergebnis eines Wurfs mit weniger als einer Frage erraten? Die Lösung, man fragt „Sind die beiden nächsten Würfe beide Kopf?“ Ist die Münze wie beschrieben manipuliert, dann hat man in 81% der Fälle recht. In den verbleibenden 19% der Fälle, in denen die Antwort „nein“ ist, braucht man noch zwei weitere Fragen, um das Ergebnis zu erraten! Aber im Durchschnitt benötigt man weniger als eine Frage pro Münzwurf!



Shannon nannte den Informationsgehalt einer Aussage „Entropie“. Entropie hängt nicht nur von der Anzahl möglicher Ergebnisse ab - im Fall des Münzwurfs, zwei - sondern auch von deren Wahrscheinlichkeit. Unvorhergesehene Ereignisse, oder unvermutete Informationen benötigen viel mehr Fragen, um sie vorherzusagen, weil sie uns mehr Informationen vermitteln, die wir bis dato noch nicht hatten - wie in dem Beispiel mit dem Hubschrauberflug zur Schule.

Die Entropie einer Nachricht ist für Informatiker sehr wichtig. Man kann eine Nachricht nicht auf eine Grösse schrumpfen, die kleiner ist, als ihre Entropie. Und die besten Kompressionssysteme ähneln dem Fragespiel. Da hier ein Computerprogramm das „Fragen“ übernimmt, kann die Liste der Fragen später rekonstruiert werden. Daher genügt es, die Antwort-Bits zu speichern, um die Information zu rekonstruieren! Die besten Kompressionssysteme können Textdateien auf ein Viertel ihrer ursprünglichen Grösse schrumpfen. Das ist eine enorme Ersparnis an Speicherplatz!

Dieses Spiel mit Vorhersagen kann auch benutzt werden, um eine Benutzeroberfläche zu kreieren, die vorhersagt, was der Benutzer wahrscheinlich als nächstes eingibt. Das ist besonders für Menschen mit physischer Behinderung wichtig, denen normales Tippen schwer fällt. Der Computer gibt vor, was der Benutzer wahrscheinlich als nächstes eingeben wird und der Benutzer muss dann nur noch aus den gegebenen Möglichkeiten auswählen. Ein gutes System benötigt im Durchschnitt nur zwei ja/nein Antworten pro Buchstaben. Dies ist eine enorme Hilfe für Menschen, die Schwierigkeiten haben Maus und Tastatur zu bedienen. Ein ähnliches System findet sich auch in Form der „Texterkennung“ in modernen Mobiltelefonen.

# Lösungen und Tipps

Die Antwort zu einer ja/nein Frage entspricht genau einem Bit an Information. Dabei ist es egal, ob die Frage einfach („Ist es mehr als 50?“) oder komplexer („Ist es zwischen 20 und 60?“) gestellt wird.

Werden beim Zahlenratespiel die Fragen in einer bestimmten Reihenfolge gestellt, dann entspricht die Abfolge von Antworten der binären Darstellung der gesuchten Zahl. Drei ist zum Beispiel 011 in Binärschreibweise und ergibt sich durch die Antworten „nein, ja, ja“ im Entscheidungsbaum. Hier zeigt sich, dass sich „nein“ und „0“ sowie „1“ und „ja“ entsprechen.

Ein Entscheidungsbaum, mit dem man das Alter von Personen schätzen kann, könnte kleinere Zahlen favorisieren.

Die Entscheidung welcher Buchstabe in einem Satz wohl als nächstes kommt, kann von den vorangegangenen Buchstaben abhängen. Je mehr Buchstaben bereits bekannt sind, desto leichter wird es, den nächsten Buchstaben vorherzusehen.

# Teil II

## Algorithmen bringen Computer zum Arbeiten

### Wie arbeiten Computer?

Computer arbeiten, indem sie eine Liste von Anweisungen befolgen. Diese Anleitung ermöglicht es ihnen, Informationen zu sortieren, zu finden und zu senden. Um dies so schnell wie möglich zu tun, braucht es gute Methoden, um Dinge in grossen Datensammlungen zu finden und Informationen über Netzwerke zu senden.

Ein Algorithmus ist eine Reihe von Anweisungen, um eine Aufgabe zu lösen. Die Idee eines Algorithmus ist zentral für die Informatik. Mit Algorithmen sagen wir dem Computer wie er Probleme lösen soll. Einige Algorithmen sind schneller als andere und viele der Algorithmen, die entdeckt wurden, haben es möglich gemacht Probleme schneller zu lösen.

Zum Beispiel: Millionen von Ziffern in pi zu finden, alle Seiten mit deinem Namen im Internet zu suchen oder herauszufinden wie man am besten Pakete in eine Container stapelt oder welche 100-stelligen Zahlen Primzahlen sind.

Das Wort „Algorithmus“ stammt aus dem Namen Mohammed ibn Musa Al-Khowarizmi-Mohammed. Er studiert im Haus der Weisheit, dies war ein akademisches Zentrum in Bagdad um das Jahr 800 n.Chr. Er zeigte den Hindus, wie die Araber rechneten, diese wiederum gaben das Wissen nach Europa weiter.

Als seine Werke um 1120 ins Lateinische übersetzt wurden, waren die ersten Worte „Dixit Algorismi“ - „so sagte Algorismi“.

# Aktivität 6

## Schiffe versenken- Algorithmen suchen

### Zusammenfassung

Computer werden oft gebraucht, um Informationen in grossen Datenmengen zu finden. Dazu müssen schnelle und effiziente Wege für die Durchführung einer Suche beschrieben werden.

In dieser Aktivität werden drei unterschiedliche Suchmethoden dargestellt: lineare Suche, binäre Suche und Hashing.

### verwandte Themen

- ✓ Mathematik: Zahlen vergleichen: „grösser als“, „kleiner als“ und „gleich“
- ✓ Mathematik: Geometrie – Untersuchen von Formen und Räumen: Koordinaten
- ✓ Informatik: Algorithmen

### Vorkenntnisse

- ✓ Logisches Denken

### Alter

9+

### Materialien

Jede Schülerin und jeder Schüler benötigt:

- ✓ eine Kopie des Spiels 'Schiffe versenken'
  - 1A, 1B für Spiel 1
  - 2A, 2B für Spiel 2
  - 3A, 3B für Spiel 3
- ✓ Ein paar Kopien der zusätzlichen Spielblätter 1A', 1B', 2A', 2B', 3A', 3B' können ebenfalls verwendet werden.

# Schiffe versenken

## Einführung

1. Wähle etwa 15 SuS, die sich vor der Klasse in einer Reihe aufstellen. Jedem der SuS wird eine Karte mit einer beliebigen Zahl darauf gegeben. Die Zahlen sollen allen anderen SuS nicht gezeigt werden.
2. Gib einer anderen Schülerin oder einem anderen Schüler einen Becher mit vier oder fünf Süßigkeiten. Ihre Aufgabe ist es, eine bestimmte Zahl zu finden. Die Süßigkeiten können als Zahlmittel verwendet werden, um eine bestimmte Karte anzusehen. Wird die gesuchte Karte gefunden bevor alle Süßigkeiten verbraucht worden sind, darf der SuS den Rest für sich behalten.
3. Wenn gewünscht, die Schritte 1 und 2 wiederholen.
4. Mische die Karten und verteile sie wieder. Jetzt sollen sich die SuS so aufstellen, dass die Karten aufsteigend verteilt sind. Der Suchvorgang wird erneut durchgeführt. Da die Zahlen sortiert sind, ist es eine sinnvolle Strategie nur einen Zahlenwert anzugeben um die Hälfte der SuS nicht mehr anfragen zu müssen – dazu wird der SuS in der Mitte der Reihe aufgefordert, seine Karte vorzuzeigen. Durch Wiederholung dieses Vorgehens sollte die gesuchte Zahl bereits nach Ausgabe von nur drei Süßigkeiten gefunden worden sein. Die Effizienz wird offensichtlich sein.

## Aktivität

Die SuS sollen durch das Spiel 'Schiffe versenken' das Gefühl dafür bekommen, wie auf einem Computer das Suchen ausgeführt wird. Während des Spiels soll die Lehrperson die SuS aktiv animieren über die Strategien nachzudenken, die sie nutzen wollen um die Schiffe zu finden.

# Schiffe versenken - ein Spiel mit linearer Suche

## Anweisungen

1. Teilt euch in Zweiergruppen auf. Einer bekommt das Blatt 1A und der (oder die) andere das Blatt 1B. Zeigt eure Blätter aber nicht eurem Partner!
2. Zeichnet beide einen Kreis um ein Schiff eurer Wahl auf der oberen Zeile eures Spielblatts und teilt die jeweilige Zahl eurem Partner mit.
3. Jetzt wechselt euch ab und ratet wo das Schiff eures Partners ist. Dazu sagst du einen Buchstaben eines Schiffes und dein Partner sagt dir die Zahl des Schiffes für diesen Buchstaben.
4. Wieviele Schritte hast du gebraucht, um das Schiff deines Partners zu finden? Das ist deine Punktzahl des Spiels.
5. Die Blätter 1A' und 1B' sind zusätzlich dabei für SuS, die weiterspielen wollen oder "versehentlich" auf das Blatt des Partners geschaut haben. Die Blätter 2A', 2B' und 3A', 3B' werden bei späteren Spielen gebraucht.

## Anschliessende Besprechung

1. Welche Punktzahlen wurden erreicht?
2. Welche mögliche Punktzahl wäre die kleinste und welche die grösste?

Sie liegen natürlich zwischen 1 und 26 unter der Annahme, dass die SuS keines der Schiffe mehrfach angreifen. Diese Methode wird als 'lineare Suche' bezeichnet, bei der alle Positionen Schritt für Schritt gewählt werden.

# Schiffe versenken - ein Spiel mit binärer Suche

## Anleitungen

Die Anleitungen für diese Version des Spiels entsprechen der Version des vorherigen Spiels, allerdings sind jetzt die Nummern der Schiffe aufsteigend geordnet. Erkläre das den SuS bevor sie anfangen.

1. Teilt euch in Zweiergruppen auf. Einer von euch bekommt Blatt 2A und der andere bekommt Blatt 2B. Zeige dein Blatt nicht deinem Partner!
2. Jeder von euch umkreist ein Schiff auf der oberen Zeile eures Spielblatts und sagt die Zahl eurem Partner.
3. Nun wechselt euch ab und ratet wo das Schiff eures Partners ist. (Du sagst den Buchstaben eines Schiffes und dein Partner sagt dir die Zahl des Schiffes für diesen Buchstaben.)
4. Wieviele Schritte hast du gebraucht, um das Schiff deines Partners zu finden? Das ist die Punktzahl des Spiels.

## Anschliessende Besprechung

1. Welche Punktzahlen wurden erreicht?
2. Wie sind die Spieler mit kleiner Punktzahl vorgegangen?
3. Welches Schiff solltest du zuerst wählen? (Das in der Mitte sagt dir, in welcher Hälfte das gesuchte Schiff sein muss.) Welchen Platz würdest du als nächsten wählen? (Auch jetzt ist es wie immer am besten, das mittlere Schiff von den Schiffen zu wählen, bei denen das gesuchte Schiff sein muss.)
4. Wieviele Schritte sind notwendig, wenn du diese Strategie anwendest? (höchstens fünf.)

Diese Methode nennt man 'binäre Suche', weil das Problem in zwei Teile zerlegt wird.

# Schiffe versenken - ein Spiel mit Hashing

## Anleitungen

1. Wie bei den letzten Spielen nimmt jeder ein Blatt und sagt seinem Partner die Zahl des gewählten Schiffes.
2. In diesem Spiel findest du heraus, in welcher Spalte (0 bis 9) sich das Schiff befindet. Dazu addierst du zuerst alle Ziffern der Zahl des Schiffes. Die Endziffer der Summe entspricht der Spalte, wo sich das Schiff befindet. Z.B. um den Standort eines Schiffes mit der Zahl 2345 zu bestimmen, addiere die Ziffern  $2+3+4+5$  und du erhältst 14. Die Endziffer dieser Summe ist 4 - das Schiff muss also in Spalte 4 sein. Wenn du die Spalte weisst, musst du raten, welches der Schiffe in dieser Spalte das gesuchte Schiff ist. Dieses Vorgehen wird 'Hashing' (deutsch: in Stücke zerlegt) genannt, weil die Ziffern zusammengefasst und einer der Spalten zugeordnet werden.
3. Verwende jetzt die neue Such-Strategie im Spiel. Wenn du das Spiel öfter mit demselben Blatt durchführen möchtest, wähle einfach von verschiedenen Spalten. (Bitte beachte, dass entgegen den anderen Spielen, die Blätter 3A' und 3B' zusammen benutzt werden müssen, weil das Muster der Schiffe in den Spalten übereinstimmen muss.)

## Anschliessende Besprechung

1. Sammle und bespreche die Punkte wie vorher.
2. Welche Schiffe sind schnell zu finden? (Die, die allein in ihrer Spalte sind.) Welche Schiffe sind schwerer zu finden? (die, bei denen sich mehrere Schiffe in derselben Spalte befinden.)
3. Welcher von den drei Suchprozessen ist am schnellsten? Warum? Was sind die Vorteile jedes der drei Suchverfahren? (Das zweite Verfahren ist schneller als das erste, im ersten Verfahren wird aber die Ordnung der Schiffe nicht gefordert. Das dritte Verfahren ist gewöhnlich schneller als die beiden anderen, kann aber zufällig sehr langsam sein. Im schlimmsten Fall, wenn sich alle Schiffe in derselben Spalte befinden, ist dieses Verfahren so langsam wie das erste.)

# Schiffe versenken - weitere Aktivitäten

1. Lass die SuS ihre eigenen Spiele erstellen unter Verwendung der drei Vorlagen. Für das zweite Spiel müssen sie die Zahlen in steigender Ordnung eintragen.
  - Frage sie, wie sie das Hashing-Spiel sehr schwer machen können. Das Spiel ist am schwersten, wenn alle Schiffe in derselben Spalte sind.
  - Wie kann man es aber so einfach wie möglich machen? Man sollte versuchen, in jeder Spalte gleich viele Schiffe einzutragen.
2. Was würde passieren, wenn das gesuchte Schiff gar nicht vorhanden ist?
  - In der linearen Suche müssen dafür 26 Schüsse abgegeben werden.
  - In der binären Suche sind zum Beweis fünf Schüsse nötig.
  - Wird Hashing benutzt hängt es davon ab, wieviele Schiffe in der relevanten Spalte sind.
3. Wieviele Schüsse wären notwendig, wenn die binäre Suche verwendet wird für hundert Standorte (ungefähr sechs), für tausend Standorte (ungefähr neun) oder eine Million Standorte (ungefähr neunzehn)? Bemerke, dass die Anzahl der Schüsse nur langsam zunimmt gegenüber der Anzahl der Schiffe. Nur ein weiterer Schuss ist jedesmal notwendig, wenn sich die Anzahl verdoppelt. Es ist also proportional zum Logarithmus der Anzahl der Schiffe.

# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:

9058	7169	3214	5891	4917	2767	4715	674	8088	1790	8949	13	3014
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
8311	7621	3542	9264	450	8562	4191	4932	9462	8423	5063	6221	2244
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

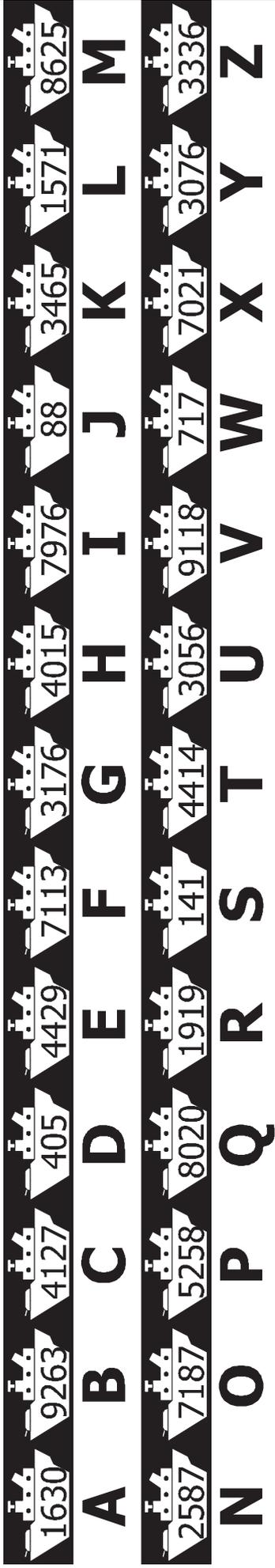
# Deine Schiffe

Anzahl der Schüsse:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

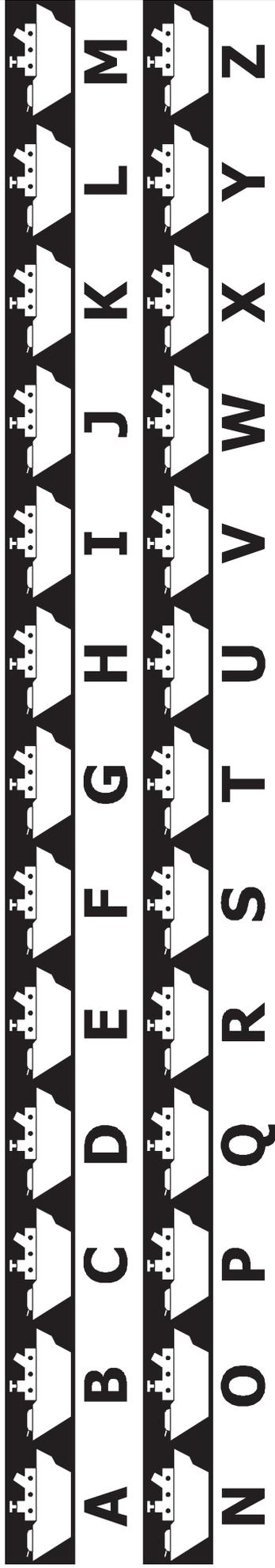
# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



# Deine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



1B

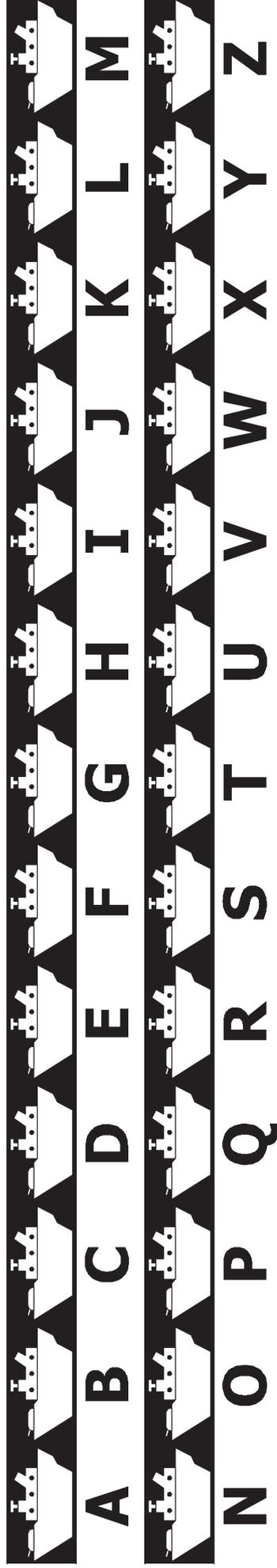
# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



# Deine Schiffe

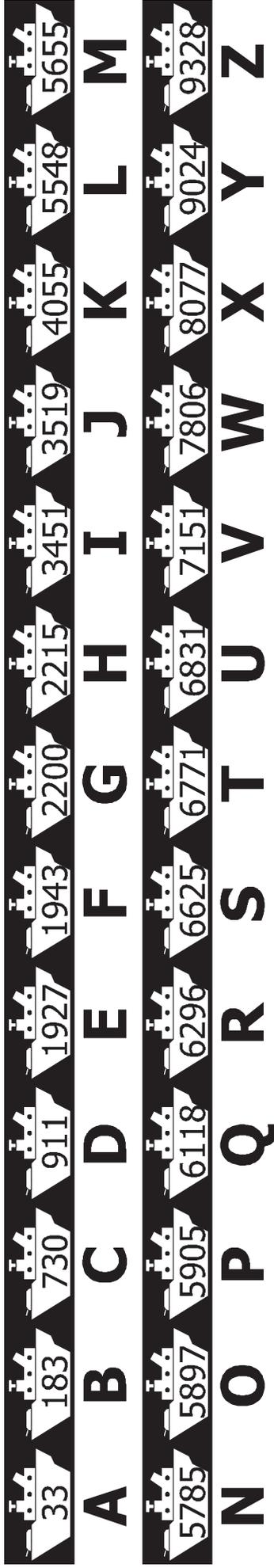
Anzahl der Schüsse:



2A

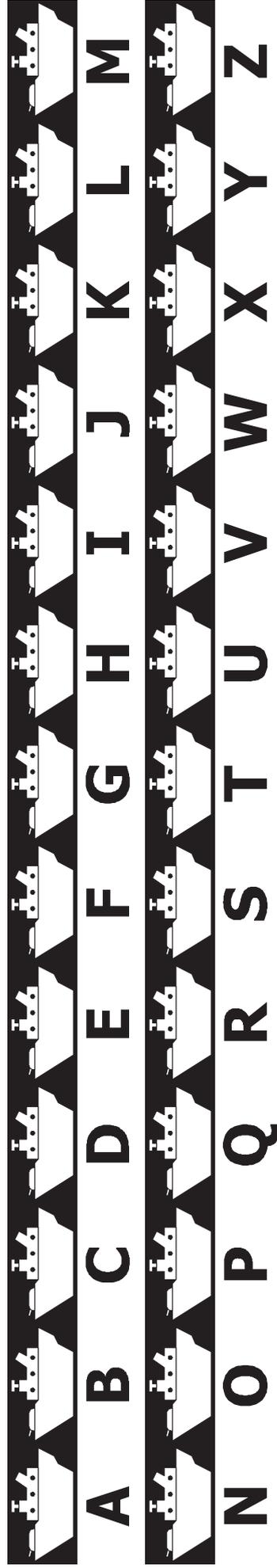
# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



# Deine Schiffe

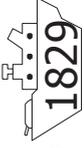
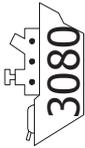
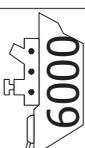
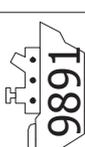
Anzahl der Schüsse:



2B

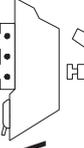
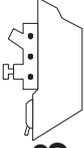
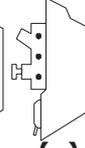
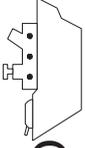
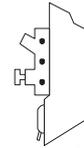
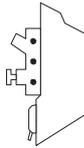
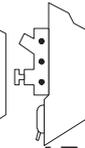
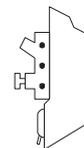
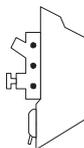
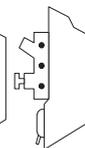
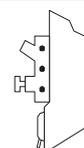
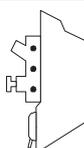
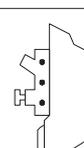
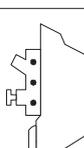
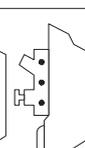
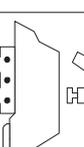
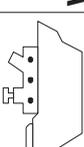
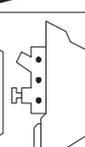
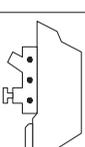
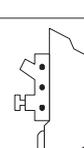
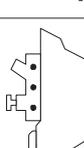
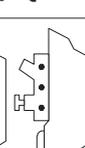
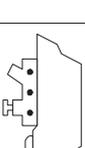
# Meine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	A 9047 	B 1829 	1	C 3080 	D 9994 	2	3	4	5	6	7	8	9									
	E 5125 	F 1480 	G 8212 	H 8051 	I 1481 	J 4712 	K 6422 	L 7116 	M 8944 	N 4128 	O 6000 	P 7432 	Q 4110 	R 9891 	S 1989 	T 2050 	U 8199 	V 4392 	W 1062 	X 2106 	Y 5842 	Z 7057 

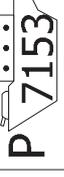
# Deine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	A 	B 	C 	D 	1	E 	F 	G 	2	H 	I 	J 	3	K 	4	L 	M 	N 	5	6	O 	P 	Q 	7	R 	S 	T 	U 	8	V 	W 	X 	9	Y 	Z 
---	--	---	--	--	---	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	---	--	--	--	---	--	---	--	--	---	--	--	--	---	--	---

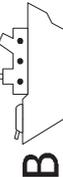
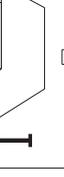
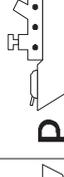
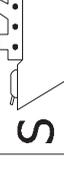
# Meine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	 A 9308	 B 1478	 C 8417	 D 9434	1	 E 6519	 F 2469	 G 5105	2	 H 1524	 I 8112	 J 2000	3	 K 4135	4	 L 9050	 M 1265	 N 5711	5	6	7	8	9
						 O 4200	 P 7153	 Q 6028	 R 3121	 S 9503	 T 1114	 U 7019	 V 2385	 W 5832	 X 1917	 Y 1990	 Z 2502						

# Deine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	 A	 B	1	 C	 D	2	3	4	5	6	7	8	9												
				 E	 F	 G	 H	 I	 J	 K	 L	 M	 N	 O	 P	 Q	 R	 S	 T	 U	 V	 W	 X	 Y	 Z

# 3B

# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



A B C D E F G H I J K L M



N O P Q R S T U V W X Y Z

# Deine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



A B C D E F G H I J K L M

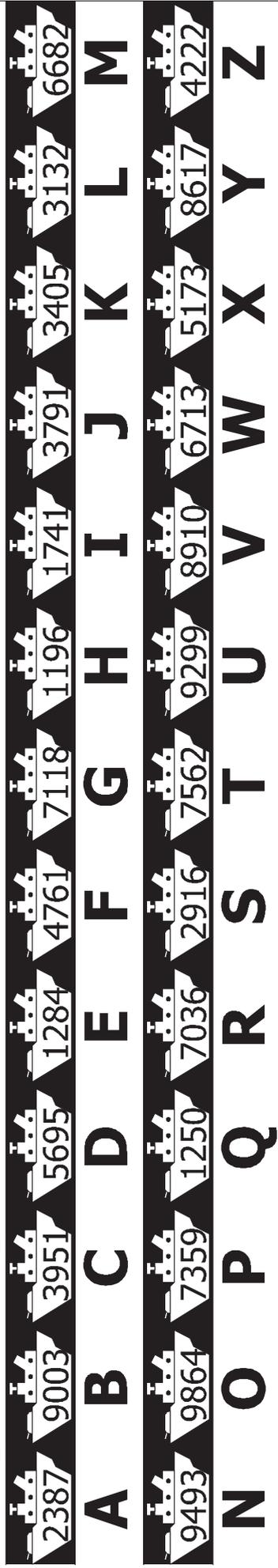


N O P Q R S T U V W X Y Z

1A'

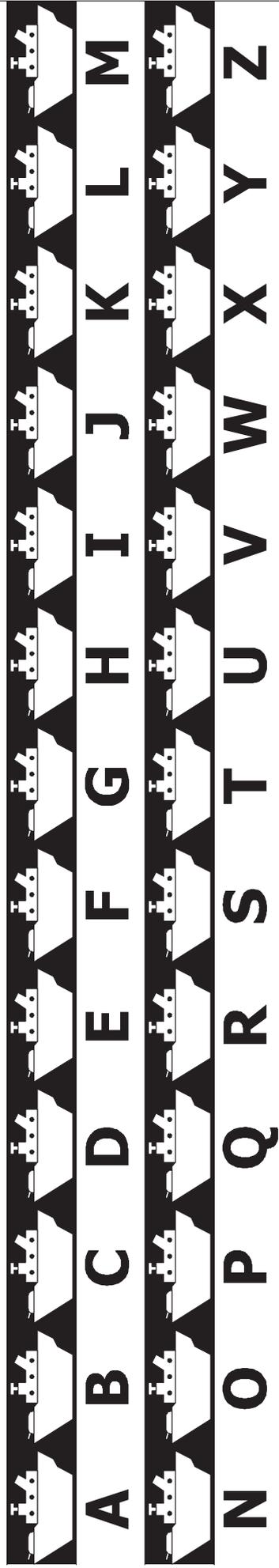
# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



# Deine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



1B'

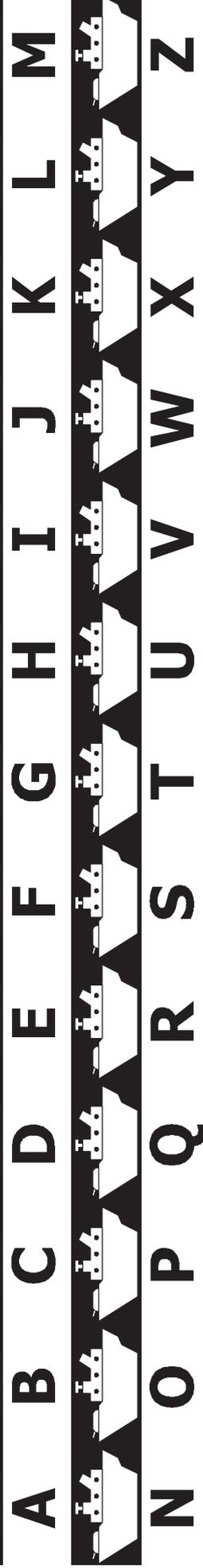
# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



# Deine Schiffe

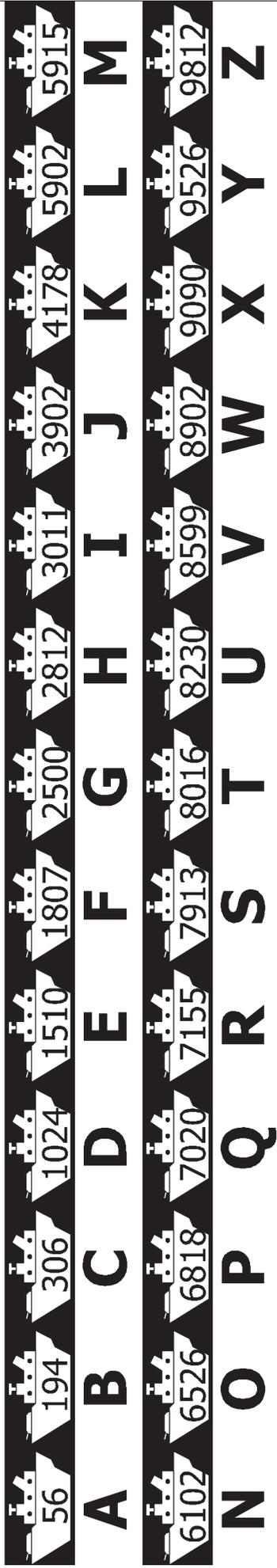
Anzahl der Schüsse:



2A'

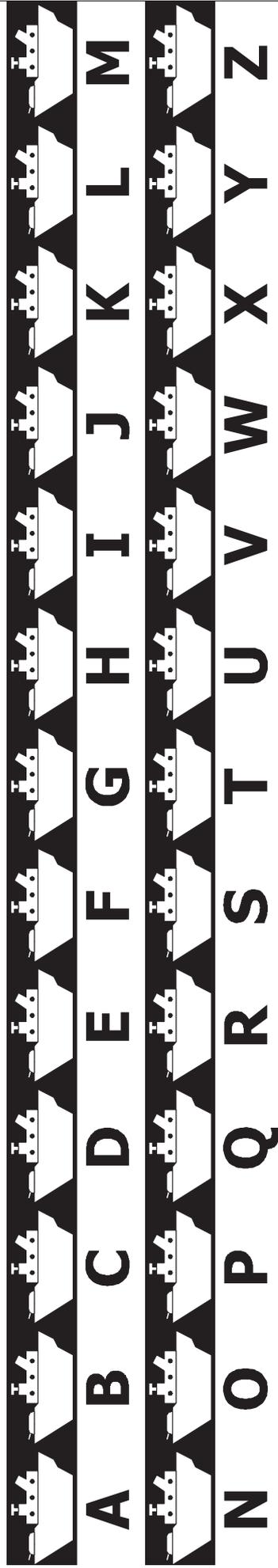
# Meine Schiffe

Anzahl der Schüsse:



# Deine Schiffe

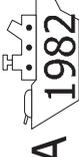
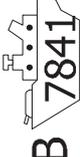
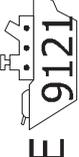
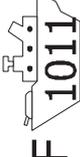
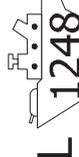
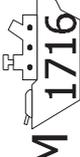
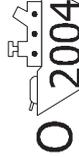
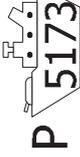
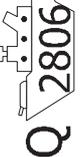
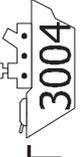
Anzahl der Schüsse:



2B'

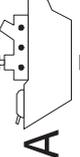
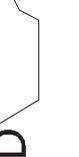
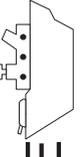
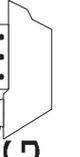
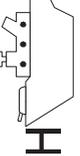
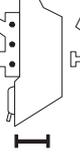
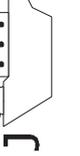
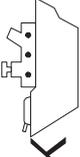
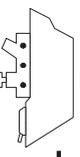
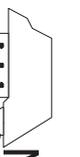
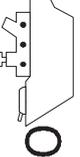
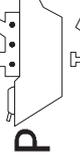
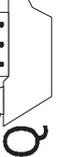
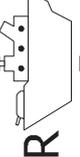
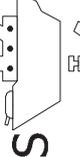
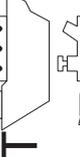
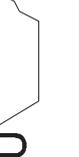
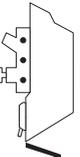
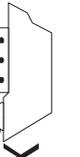
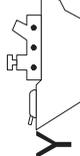
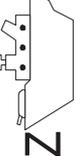
# Meine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	A 1982  B 7841 	1	C 6113  D 1055 	2		3	E 9121  F 1011  G 2984 	4	H 5009  I 2651  J 1751  K 4848 	5	L 1248  M 1716  N 2148 	6	O 2004  P 5173  Q 2806 	7	R 9369  S 1321  T 3004  U 7190 	8	V 3285 	9	W 9172  X 2052  Y 6012  Z 7525 
---	--	---	--	---	--	---	---	---	--	---	--	---	---	---	--	---	---	---	--

# Deine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	A  B  C  D 	1	E  F  G 	2	H  I  J 	3	K 	4	L  M  N 	5		6	O  P  Q 	7	R  S  T  U 	8	V  W  X 	9	Y  Z 
---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---

# 3A'

# Meine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	A 8615 B 7003 C 1991 D 6211	1	E 1361 F 7644 G 5600	2	H 7726 I 9003 J 5557	3	K 3000	4	L 1814 M 2002 N 8844	5		6	O 9656 P 4002 Q 1221	7	R 6993 S 3121 T 4300 U 1907	8	V 8208 W 9423 X 4176	9	Y 2917 Z 4122
---	--------------------------------------	---	----------------------------	---	----------------------------	---	--------	---	----------------------------	---	--	---	----------------------------	---	--------------------------------------	---	----------------------------	---	------------------

# Deine Schiffe

## Anzahl der Schüsse:

0	A B	1	C D	2		3	E F G	4	H I J K	5	L M N	6	O P Q	7	R S T U	8	V	9	W X Y Z
---	--------	---	--------	---	--	---	-------------	---	------------------	---	-------------	---	-------------	---	------------------	---	---	---	------------------

# 3B'

# Informationen zu Schiffe versenken

Computer speichern viele Informationen, die sie schnell durchsuchen können müssen. Eines der grössten Suchprobleme der Welt steht den Internetsuchmaschinen gegenüber, die Milliarden von Webseiten in Sekundenbruchteilen durchsuchen müssen. Daten wie ein Wort, eine Barcodenummer oder der Name eines Autors, nach denen ein Computer suchen muss, werden Suchbegriffe genannt.

Computer können Informationen schnell verarbeiten und du denkst vielleicht, dass das Suchen immer am Anfang des Speichers beginnt und solange ausgeführt wird, bis die gesuchte Information gefunden worden ist. So sind wir bei der linearen Suche vorgegangen. Und lineare Suche ist auch bei Computern eine langsame Methode. Stell dir z.B. vor, ein Supermarkt hat 10'000 verschiedene Produkte auf den Regalen verteilt. Wenn der Barcode an der Kasse gescannt wird, muss der Computer 10'000 Zahlen durchsuchen um die Produktbezeichnung und den Preis zu finden. Selbst wenn es nur eine tausendstel Sekunde braucht, jeden Code zu prüfen, dauert es 10 Sekunden, um die gesamte Liste zu durchgehen. Kannst du dir vorstellen wie lange es dauern würde, alle Einkaufswaren einer ganzen Familie zu verarbeiten!

Binäre Suche ist eine bessere Strategie. In dieser Methode sind die Zahlen bereits geordnet. Die Überprüfung des mittleren Wertes der Liste zeigt, welche Hälfte den Suchbegriff enthält. Bezüglich dem vorigen Supermarktbeispiel können 10'000 Waren nun in 14 Schritten durchsucht werden, was zwei hundertstel Sekunden bedeutet – kaum vorstellbar schnell.

Hashing ist die dritte Strategie für Datensuche. Hier wird der Suchbegriff verarbeitet um genau anzugeben, wo die Informationen gefunden werden können. Wenn z.B. eine Telefonnummer gesucht wird, können alle Ziffern der Nummer addiert und der Rest der Summe geteilt durch 11 verwendet werden. Insofern ist Hashing hier ähnlich wie die Prüfziffer, die in Aktivität 4 betrachtet wurde – nur wenige Daten, deren Werte von den anderen bearbeiteten Daten abhängen. Normalerweise findet der Computer sofort die gesuchten Daten. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass mehrere Schlüssel auf denselben Speicherbereich zeigen. Ist das der Fall, durchsucht der Computer alle möglichen Fälle bis der gesuchte Wert gefunden worden ist.

Meistens benutzen Computerprogrammierer eine Variante der Hashing Suchstrategie, falls die Daten nicht geordnet gespeichert werden müssen oder ein ab und zu langsamer Suchablauf inakzeptabel ist.

# Aktivität 7

## vom Leichtesten zum Schwersten- Sortieralgorithmen

### Zusammenfassung

Häufig verwendet man Computer dazu, Listen von Elementen in eine bestimmte Ordnung zu bringen. So kann man beispielsweise Namen alphabetisch sortieren, Verabredungen nach Datum, oder Zahlen in auf- oder absteigender Reihenfolge sortieren. Wir interessieren uns dafür wie man Elemente sortiert, um sie beim Suchen einfacher finden zu können. Zudem ist das Aufspüren spezieller Werte (wie beispielsweise das grösste oder kleinste Element) nach dem Sortieren ganz einfach. Wenn man beispielsweise die Noten einer Klasse aufsteigend sortiert, ist es ein Einfaches die höchste und die tiefste Note zu finden; diese findet man am Anfang beziehungsweise am Ende der sortierten Liste.

Allerdings erhalten wir die Ordnung nicht gratis; wir zahlen dafür mit Zeit. Es gibt diverse Methoden, die verschieden lange dauern. Sie alle haben den gleichen Effekt: Sie sortieren die Elemente. Da jedoch nicht jede Methode gleich lange dauert, sind wir daran interessiert die beste Methode zu finden. Wählt man die falsche, kann es unter Umständen sehr lange dauern, bis alle Zahlen korrekt angeordnet sind, auch auf einem schnellen Computer.

In dieser Aktivität sollen Kinder verschiedene Sortierverfahren kennen lernen und deren Geschwindigkeit vergleichen.

### verwandte Themen

- ✓ Mathematik: Wägen, Zählen, Vergleichen

### Vorkenntnisse

- ✓ Waage benutzen
- ✓ ordnen
- ✓ Zahlen vergleichen

### Alter

8+

### Materialien

Jede Gruppe wird folgende Materialien benötigen:

- ✓ 8 Behälter, alle gleich gross, aber verschieden schwer
- ✓ Eine Waage
- ✓ Aufgabenblatt: Gewichte sortieren
- ✓ Aufgabenblatt: Teilen und Herrschen

# Vom Leichtesten zum Schwersten

## Diskussion

Sortieren gehört zu den Sachen, die von Computern sehr oft ausgeführt werden. Es gibt viele Situationen, in denen wir daran interessiert sind eine Menge von Daten zu ordnen. In einem Brainstorming soll die Klasse Situationen zusammen tragen, in denen eine Ordnung hilfreich ist.

Was wäre, wenn in diesen Situationen keine geordneten Daten vorliegen würden?

Normalerweise vergleicht ein Computer jeweils nur zwei Werte miteinander, da zeitweise eine zu grosse Menge von Daten vorliegt, um sich sie alle merken zu können. Die Aktivität auf den folgenden Seiten verwendet diese Einschränkung und gibt den Kindern so ein Verständnis dafür, wie das Sortieren auf dem Computer funktioniert.

## Vorgehen

1. Die Kinder in Gruppen unterteilen
2. Jede Gruppe erhält:
  - a. Die Aufgabenstellung
  - b. Acht Behälter mit Gewichten
  - c. Eine Waage
3. Die Kinder führen die Aktivität aus
4. Die Resultate und Erkenntnisse werden in der Klasse besprochen

# Aufgabenblatt Gewichte sortieren

## Aufgabe

Finde die beste Methode eine Menge von Elementen mit unbekanntem Gewicht in aufsteigender Reihenfolge zu sortieren.

## Das brauchst du dazu:

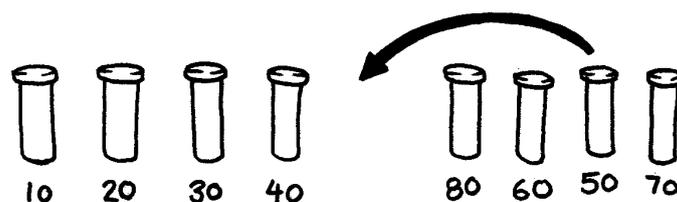
Sand oder Wasser als Gewichte, 8 identische Büchsen und eine Waage.

## Vorgehen:

1. Fülle jede Büchse mit Wasser oder Sand. Achte darauf, dass alle Büchsen dicht verschliessen.
2. Mische die Büchsen, sodass du nicht mehr weißt welche Büchse welche ist.
3. Finde die leichteste Büchse. Wie kann man das am Einfachsten machen? Beachte: Es ist nicht erlaubt die Waage dazu zu verwenden mehr als 2 Büchsen miteinander zu vergleichen.
4. Wähle zufällig drei Gewichte aus und sortiere sie nach aufsteigendem Gewicht (links die leichteste Büchse, rechts die schwerste der drei Büchsen). Wie bist du vorgegangen? Wie oft muss man mit der Waage zwei Gewichte vergleichen um die drei Büchsen korrekt anzuordnen?
5. Sortiere nun alle Objekte in aufsteigender Reihenfolge, links das leichteste Gewicht, rechts das schwerste Gewicht. Wenn du fertig bist, kannst du deine Lösung kontrollieren, indem du alle benachbarten Büchsen nochmals vergleichst.

## Sortieren durch Auswählen

Eine erste Methode, die wir nun untersuchen werden, heisst Sortieren durch Auswählen. Dieses funktioniert folgendermassen: Zuerst suchen wir unter allen Elementen das Leichteste und platzieren es ganz links. Dann suchen wir wiederum das Leichteste aus denjenigen Elementen, die noch übrig sind. So geht das weiter, bis keine Büchsen mehr übrig sind.



Zähle wie oft du die Waage für einen Vergleich zweier Büchsen verwendet hast.

### Zusatzaufgabe für Experten:

Zeige, wie man berechnen kann wie viele Vergleiche man auf diese Weise benötigt, wenn man acht Objekte sortieren will. Wie sieht es aus für neun Objekte? Oder 20?

# Aufgabenblatt Teile und Herrsche

## Quicksort

Quicksort ist um einiges schneller als Sortieren durch Auswählen, besonders für grosse Mengen von Elementen. Es handelt sich sogar um eine der besten Methoden, die heute bekannt sind. Und so funktioniert es:

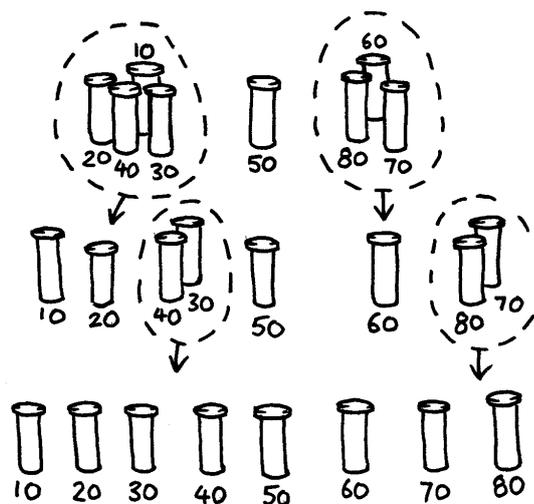
Wähle ein zufälliges Element aus und platziere es auf der einen Seite der Waage.

Danach vergleichst du alle anderen Elemente mit dem soeben Gewählten.

Diejenigen, die leichter sind als das Element legst du links hin, die anderen rechts und das Element selbst zum Schluss in die Mitte. (Beachte: Es kann vorkommen, dass sehr viel weniger Elemente auf einer Seite sind als auf der anderen.)

Wiederhole die obigen zwei Anweisungen für die beiden Gruppen. Das Objekt welches du zuvor in die Mitte gestellt hast, musst du jedoch nicht mehr wägen. Es bleibt in der Mitte stehen.

Auf die entstehenden Untergruppen wenden wir wiederum die ersten zwei Anweisungen an, bis alle Elemente verarbeitet wurden und es nur noch einzelne Elemente gibt. Nun sind die Elemente aufsteigend angeordnet.



Wie oft hast du bei dieser Methode die Waage benutzt?

Du solltest festgestellt haben, dass Quicksort effizienter arbeitet als Sortieren durch Auswählen, ausser du hast in jedem Schritt immer das aktuell schwerste Element gewählt. Wenn du jedes Mal zufällig das mittlere Gewicht gewählt hast, hast du 14 mal die Waage benutzt, was wesentlich besser ist, verglichen zu den 28 Vergleichen bei Sortieren durch Auswählen. Auf jeden Fall kann Quicksort nie schlechter sein als Sortieren durch Auswählen. Möglicherweise kann es aber viel besser sein.

### Zusatzaufgabe für Experten:

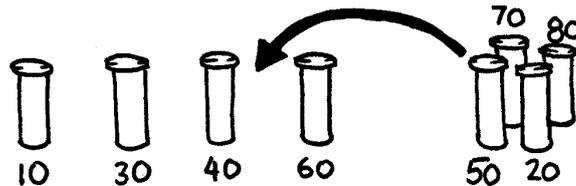
Wie viele Vergleiche würde Quicksort brauchen, wenn jedes Mal zufällig das leichteste Element gewählt würde?

# Variationen und Erweiterungen

Es wurde diverse Methoden entwickelt, mit welchen sortiert werden kann. So könnte man die Gewichte auf folgende Weise sortieren:

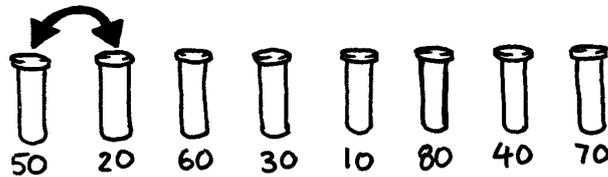
## Sortieren durch Einfügen

Diese Methode entnimmt jedes Objekt aus einer unsortierten Menge und ordnet es an der korrekten Stelle in eine bereits sortierte Menge ein. (Siehe das Bild unten). Mit jeder Einfügeoperation, wird die Menge der unsortierten Elemente kleiner, bis schliesslich alle Elemente aufsteigend sortiert sind.



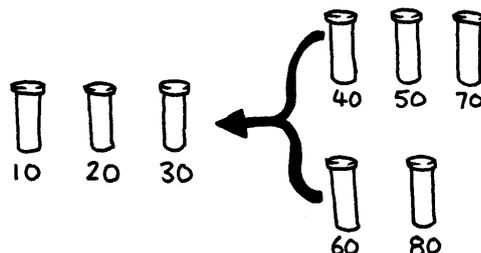
## Bubblesort

Diese Methode sortiert die Elemente, indem sie immer wieder durch die Liste durchgeht und alle benachbarten Elemente tauscht, die falsch herum da stehen. Die Liste ist sortiert, sobald es keine Vertauschungen benachbarter Elemente mehr gibt. Diese Methode ist nicht sonderlich schnell, es gibt jedoch Menschen, die diese Methode einfacher verstehen als die anderen Methoden.



## Mergesort

Dies ist eine andere Methode, die das Prinzip ‚Teile und Herrsche‘ verwendet (wie Quicksort). Zuerst wird die Liste zufällig in zwei Teile der gleichen Grösse aufgeteilt (oder fast der gleichen Grösse, falls es eine ungerade Anzahl Elemente hat). Die beiden Hälften werden sortiert und wieder zusammengefügt. Das Zusammenfügen zweier Listen ist einfach: Wir suchen wiederholt das leichteste Element und nehmen es aus der Menge raus, bis keine Elemente mehr übrig sind. In der Abbildung unten steht eine 40g Büchse und eine 60g Büchse zur Auswahl. Wir fügen als nächstes also die 40g Büchse ein. Wie aber erhalten wir zwei sortierte Teile? Einfach, wir wenden Mergesort auf die beiden Teile an! Irgendwann erhalten wir Teile, die nur eine Büchse enthalten. Eine solche Menge ist bereits sortiert.



# Informationen zu Sortieralgorithmen

Es ist wesentlich einfacher Informationen in einer geordneten Liste zu finden als wenn man sie in einer ungeordneten Liste suchen müsste. Telefonbücher, Wörterbücher und Verzeichnisse sind alphabetisch geordnet und das Leben wäre wesentlich weniger bequem wenn sie es nicht wären. Wenn eine Liste von Zahlen (wie zum Beispiel eine Liste mit Ausgaben) geordnet vorliegt, ist es einfach die Extremen zu sehen, weil sie sich ganz am Anfang oder ganz am Schluss der Liste befinden, während sie in unsortierten Listen überall vorkommen können. Auch doppelte Einträge findet man einfach, da diese direkt nebeneinander liegen in sortierten Listen.

Computer verbringen einen grossen Teil der Zeit damit Dinge zu ordnen, also ist es für Informatiker von Interesse dies schnell und gut zu machen. Einige der langsameren Methoden wie beispielsweise Sortieren durch Einfügen, Sortieren durch Auswählen oder Bubblesort können in gewissen Situationen sehr nützlich sein, doch in den meisten Fällen verwendet man ein schnelles Verfahren wie zum Beispiel Quicksort.

Für 100'000 Artikel ist Quicksort in der Regel etwa 2000 Mal schneller und für 1'000'000 Artikel ist es etwa 20.000 mal so schnell. Computer müssen oft mit Millionen Artikeln umgehen (viele Webseiten haben Millionen von Kunden und sogar ein einziges Foto hat über eine Million Pixel). Der Unterschied zwischen den beiden Algorithmen ist der Unterschied zwischen 1 Sekunde, um die Gegenstände zu verarbeiten und über 5 Stunden, um genau die gleiche Aufgabe zu machen. Die Verzögerung wäre nicht nur unerträglich, sondern sie würde auch 20'000 mal mehr Energie verbrauchen (was nicht nur die Umwelt belastet, sondern auch die Akkulaufzeit in tragbaren Geräten reduziert)- Der richtige Algorithmus hat ernsthafte Konsequenzen!

Quicksort verwendet ein Konzept, das man Rekursion nennt. Das bedeutet, dass wir die Liste immer wieder in kleinere Teile unterteilen und auf diesen kleineren Teilen genau dasselbe tun wie wir es vorher beim grösseren Teil gemacht haben. Dieser Ansatz im Speziellen nennt man „Teile und Herrsche“. Die Liste wird immer wieder unterteilt, bis wir schliesslich fähig sind (wenn die Liste klein genug ist) deren Ordnung zu bestimmen. Im Falle von Quicksort werden die Listen unterteilt bis sie nur noch ein Element enthalten, da es einfach ist eine Menge mit nur einem Element zu sortieren. Das klingt zwar kompliziert, verhilft uns aber in der Praxis dazu wesentlich schneller zum Ziel zu kommen als mit anderen Methoden.

# Lösungen und Tipps

1. Am Einfachsten ist es jedes Element der Reihe nach anzuschauen und sich jeweils zu merken wo sich das momentan leichteste Element befindet, wenn wir aus einer Menge von Elementen das Leichteste bestimmen wollen. Das heisst, wir wählen zwei Elemente und behalten das Leichtere davon auf der Waage. Das andere legen wir weg und nehmen stattdessen ein neues Element hinzu um wieder gleich vorzugehen. Das machen wir, bis alle Elemente verglichen wurden und wir das leichteste Element noch auf der Waage haben.
2. Vergleiche die Gewichte auf der Waage. Wir können drei Elemente ordnen, indem wir die Waage dreimal benützen (in manchen Fällen reichen sogar zwei). Die Kinder müssen merken, dass Gewichtsvergleiche transitiv sind (wenn als Gewicht a leichter ist als Gewicht b und Gewicht b leichter als Gewicht c, dann ist auch das Gewicht a leichter als das Gewicht c).

Expertenfragen:

Hier ein Tipp, wie man die Anzahl Vergleiche von der Methode Sortieren durch Auswählen einfach aufsummieren kann:

Um das Minimum von zwei Objekten zu bestimmen, benötigst du einen Vergleich. Drei Objekte benötigen zwei, vier brauchen drei und so weiter. Um also acht Elemente zu sortieren, benötigt das Sortieren durch Auswählen sieben Vergleiche, um das erste Element zu finden, dann sechs für das nächste, dann fünf, vier, drei zwei und einen Vergleich. Das ergibt:

$$7+6+5+4+3+2+1 = 28 \text{ Vergleiche}$$

für n Objekte sind es  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + \dots + n - 1$  Vergleiche.

Wenn wir dies aufsummieren wollen, können wir die einzelnen Summanden einfach umordnen.

Zum Beispiel: Die Summe  $1+2+3+\dots+19$  kann man umordnen zu:

$$(1+19)+(2+18)+(3+17)+(4+16)+\dots+(9+11)+10 = 20 \cdot 9 + 10 = 190$$

Im Allgemeinen ist die Summe  $1+2+3+4+\dots+n-1 = n(n-1) : 2$