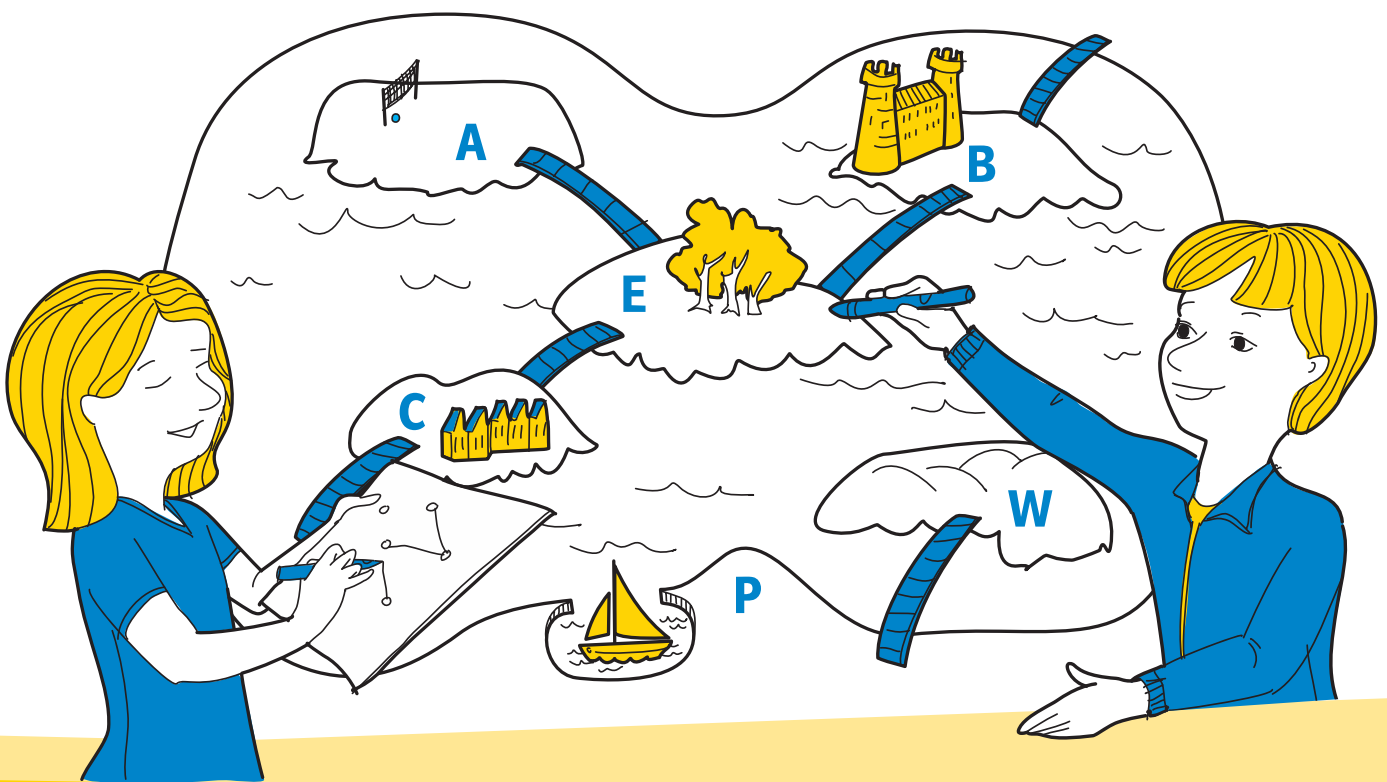


# *einfach* **INFORMATIK**

Programmieren und Rätsel lösen  
Handbuch



# 3/4

Heinz Hofer  
Juraj Hromkovič  
Regula Lacher  
Pascal Lütscher  
Urs Wildeisen

Mit umfangreicher  
digitaler Lernumgebung  
auf [klett-online.ch](http://klett-online.ch)

## Impressum

### Einfach Informatik 3/4

Programmieren und Rätsel lösen

Handbuch für Lehrpersonen

Entwickelt in Zusammenarbeit mit dem Ausbildungs- und Beratungszentrum für Informatik (ABZ) der ETH Zürich und der Pädagogischen Hochschule Graubünden PHGR.

**ABZ** AUSBILDUNGS- UND BERATUNGSZENTRUM  
FÜR INFORMATIKUNTERRICHT

**phGR**

**Autorin und Autoren:** Heinz Hofer, Juraj Hromkovič (Leitung), Regula Lacher, Pascal Lütscher, Urs Wildeisen

**Entwicklung Programmierumgebung** des Ausbildungs- und Beratungszentrums für Informatik (ABZ) der ETH Zürich: Michelle Barnett, David Gataric, Shime Henry, Barbara Isler, Natascha Müller, Joshua Odermatt, Jacqueline Staub (Leitung), Oliver Sucur, Moritz Wicki

**Sprachliche Bearbeitung:** Elke Bülow

**Projektleitung Verlag:** Daniela Ganter

**Projektleitung und Redaktion:** Stephanie Tresp, Zürich

**Gestaltungskonzept:** Hansen Typografische Gestaltung Luzern

**Gestaltung und Satz:** know idea GmbH, Sonja Schäfer, Freiburg i.Br.

**Umschlagsillustration und Illustrationen:** Vaidotas Kinčius, Vilnius.

**Grafische Illustrationen:** Brigitte Gubler, Zürich

**Rechte:** Alexandra Wolf

**Korrektorat:** Stefan Zach, z.a.ch gmbh, Langenthal

**Bildnachweis Seite 42:** Fotografie Stephanie Tresp

### 1. Auflage 2021

Alle Drucke dieser Auflage können im Unterricht nebeneinander verwendet werden.

© Klett und Balmer AG, Baar

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, Vervielfältigung jeder Art oder Verbreitung – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

**ISBN 978-3-264-84839-7**

Arbeitsheft für Schülerinnen und Schüler

ISBN 978-3-264-84837-3

Digitale Ausgabe des Arbeitsheftes für Lehrpersonen

ISBN 978-3-264-84840-3

[www.einfachinformatik.ch](http://www.einfachinformatik.ch),

[www.klett.ch](http://www.klett.ch)

[info@klett.ch](mailto:info@klett.ch)



# *einfach* INFORMATIK 3/4

Programmieren und Rätsel lösen  
Handbuch

## **Autorin und Autoren**

Heinz Hofer

Juraj Hromkovič

Regula Lacher

Pascal Lütscher

Urs Wildeisen



## Inhaltsverzeichnis

Hinweise zur Publikation .....	4
Einleitung .....	5
<b>1 Die Welt mit Symbolen oder Bildern beschreiben .....</b>	<b>8</b>
Fachdidaktische Überlegungen .....	8
Informationen mit Symbolen darstellen .....	11
Informationen mit Graphen darstellen .....	35
Daten schützen oder Informationen geheim halten .....	50
Aus Daten lernen .....	62
<b>Reflexion oder: Was haben wir erreicht? .....</b>	<b>80</b>
<b>2 Probleme lösen .....</b>	<b>82</b>
Fachdidaktische Überlegungen .....	82
Lösungsvorschläge überprüfen .....	84
Lösungen finden .....	95
Alle Lösungen auflisten .....	107
Lösungen vergleichen und die beste auswählen .....	122
<b>Reflexion oder: Was haben wir erreicht? .....</b>	<b>138</b>
<b>3 Den Computer steuern .....</b>	<b>140</b>
Fachdidaktische Überlegungen .....	140
Farbige Bilder zeichnen .....	142
Mit Schleifen arbeiten .....	155
<b>Reflexion oder: Was haben wir erreicht? .....</b>	<b>175</b>
Übersicht Kopiervorlagen (Digitale Inhalte) .....	176
Übersicht zur Differenzierung der Aktivitäten .....	180
Impressum .....	184



## Hinweise zur Publikation

Dies ist ein Lehrmittel für Lehrpersonen der dritten und vierten Klasse der Primarschule. Die S können mithilfe der Rätsel und Aktivitäten durch learning by doing (Lernen durch eigenständiges Handeln) vieles entdecken. Die Lehrpersonen leiten sie dabei an, begleiten sie bei ihren Lösungsbemühungen und diskutieren mit ihnen die neu entdeckten Zusammenhänge. Die S gewinnen an Selbstvertrauen und Selbstständigkeit und lernen eigenständig die Eigenschaften und Funktionalitäten der Produkte ihrer eigenen Arbeit zu untersuchen, zu beurteilen und darüber zu reflektieren.

Die Anzahl der kleinen Biber bezeichnet den Schwierigkeitsgrad der Rätsel.



### Leichtes Rätsel



### Mittelschweres Rätsel



### Schwieriges Rätsel

Die meisten S sind darauf angewiesen, das Rätsel in einer Gruppe zu lösen.



### Sehr schwieriges Rätsel

Nur starke S sollen diese Rätsel alleine angehen. Die anderen S arbeiten in der Gruppe mit Unterstützung der Lehrperson.



### Aktivität

Diese Aufgaben werden in der Gruppe bearbeitet.

Das Handbuch enthält neben Lösungen zu allen Rätseln auch Hinweise, wie man bei der Lösungssuche vorgehen könnte und was man damit bewirken will. Wichtige Begriffe und informatische Fachwörter sind **hellblau** und fett formatiert.

Damit die S ihre Lösungswege zeichnen und ausprobieren können, gibt es zusätzlich zum Arbeitsheft *Kopiervorlagen* (abgekürzt *KV*), die online zur Verfügung stehen. Zugang zu den Kopiervorlagen über **meinklett.ch**. Nutzer-Schlüssel finden sich auf der Innenseite des Umschlags.

Eine Vielfalt von weiteren Aufgaben, findet sich auf drei Online-Lernumgebungen. Auf der Programmierumgebung, die den S zusätzlich zur Verfügung steht, können alle Rätsel und Aktivitäten aus Kapitel 3 praktisch durchgeführt werden.

Zugang zu allen Umgebungen über **klett-online.ch**.

## Einleitung Informatik im Kontext aller Fächer

Das Handbuch gehört zu der Lehrmittelreihe «Einfach Informatik», die in einem Spiralcurriculum vom Kindergarten bis ins Gymnasium die grundlegenden Konzepte der Informatik sowie die informatische Denkweise vermittelt. Insbesondere auf der Primarstufe und im Kindergarten bieten die Lehrmittel die Möglichkeit, informatische Themen integriert in anderen Fächern auch ohne Computer zu unterrichten. Unabhängig vom vermittelten Fachwissen trägt diese Integration dazu bei, dass die S ganzheitlich in ihrer Entwicklung gefördert werden, was wir später detaillierter ausführen werden. Dieser integrierte Ansatz baut darauf auf, dass die Informatik eine uralte Wissenschaft ist, die in starken Interaktionen mit der Entwicklung der Sprache und der Mathematik entstanden ist. Die Geschichte der **Digitalisierung** begann vor 5400 Jahren mit der Entwicklung der ersten Schrift, denn die **digitale** Repräsentation der Information ist nichts anderes als die Darstellung der Information durch Folgen von Symbolen eines Alphabets. Vor der Entwicklung der Schriften war die einzige Möglichkeit, Informationen aufzubewahren, diese in den Gedächtnissen der Individuen festzuhalten. Somit ermöglichten die ersten Schriften zum ersten Mal, Informationen auch ausserhalb des Gedächtnisses abzuspeichern. Dadurch wurden die Informationen jederzeit abrufbar und sie konnten weiterverarbeitet sowie über grössere Distanzen übertragen werden. Die Verbreitung von Informationen wurde damit massiv gesteigert.

In ihrer kürzesten Beschreibung ist die Informatik «die Wissenschaft über die Darstellung, die Abspeicherung und die automatische Bearbeitung und Übertragung von Informationen». In dem Zusammenhang mit automatischer Informationsverarbeitung sprechen wir auch über das Lernen von Daten oder über Wissenserzeugung aus Daten. Die zwei Schlüsselwörter in dieser Definition sind «Informationen» und «automatisch». Automatisierung im ursprünglichen Sinn bedeutet, aus erworbenem Wissen Vorgehensweisen zum Erreichen unterschiedlicher Zielsetzungen zu entwickeln, die danach alle – auch diejenigen, die die Herleitung (warum die Vorgehensweisen funktionieren) nicht verstehen – erfolgreich anwenden können. Somit ist auch das Konzept der Automatisierung Tausende Jahre alt. Erst seit rund 80 Jahren verstehen wir unter Automatisierung das Delegieren von Ausführungen von Vorgehensweisen, genannt **Algorithmen**, an programmierbare Maschinen.

Weshalb ist dieser Ausflug in die Geschichte der Informatik wichtig? Es gibt zwei Hauptgründe: Erstens ermöglicht es uns, informatische Konzepte verständlich und erfolgreich zu unterrichten. Die heutige Technologie ist die Folge einer langen Entwicklung und somit so komplex geworden, dass die erste Begegnung mit ihr unverständlich oder sogar abschreckend wirken kann. Wenn man jedoch die S selbst die mehrere tausend Jahre dauernde Entwicklung der Informatikkonzepte in kleinen Schritten nachvollziehen lässt, so kommt Vertrauen auf und nachhaltiges Lernen wird ermöglicht. Es wird den S erlauben, die weitere Entwicklung der IT nachvollziehen zu können oder diese sogar mitzugestalten. Zweitens zeigt uns die Geschichte der Informatik, wie sich ihre Konzepte im Spannungsfeld der Entwicklung der Sprachen und der Mathematik geformt haben. Somit kann der Informatikunterricht so gestaltet werden, dass er vom Wissen anderer Fächer profitiert und gleichzeitig Beiträge für den Unterricht anderer Fächer bereithält.

## Didaktisches Konzept

Das wichtigste didaktische Leitkonzept der Lehrmittelreihe «Einfach Informatik» ist das konstruktivistische «Learning by getting things to work». Die S lernen durch eigenständiges, konstruktives Handeln, indem sie Produkte (Programme, Geheimschriften, Kodierungen, Lösungsansätze usw.) selbst herstellen, danach diese Produkte auf ihre Eigenschaften und Funktionalität hin untersuchen, darüber reflektieren, diskutieren und mit der Zeit den Wunsch verspüren, das Produkt zu verbessern. Die Motivation steigt und die S bewegen sich im Kreislauf der Wissenserzeugung, der Vernetzung des Wissens, der intelligenten Anwendung des vorhandenen Wissens und der Formulierung der neuen Zielsetzungen.

Wenn man das konstruktivistische und kritische Denken mit der historischen Methode verzahnt, schickt man die S auf eine erfolgreiche Entdeckungsreise. Auf dieser Reise erwerben sie Kompetenzen, die sie befähigen, in neuen Situationen aus ihren Erfahrungen und ihrem Wissen heraus originell zu handeln und kreative Lösungen zu entwickeln.

Die ganzheitliche Entwicklung der S wird dadurch ermöglicht und unterstützt. Sie verbessern ihre zeitliche und räumliche Orientierung und lernen, konzentrierter zu beobachten sowie Wahrnehmungen genau zu beschreiben und zu vergleichen. Dadurch können sie Zusammenhänge und Gesetzmässigkeiten entdecken, erworbenes Wissen vernetzen, darüber reflektieren und mit anderen diskutieren. Als höchstes Ziel werden Fantasie und Kreativität entfaltet, das Selbstvertrauen durch Erfolgserlebnisse gestärkt und letztendlich die Bereitschaft und Freude gesteigert, selbst zu handeln und dafür die Verantwortung zu übernehmen.

## Elemente des Lehrmittels

Das **Handbuch** besteht aus den ausführlich kommentierten Rätseln, deren Lösungen sowie der Beschreibung gemeinsamer Aktivitäten. Weitere hilfreiche Informationen finden sich in der Rubrik **Kontext** sowie in den Hinweisen zu den Rätseln. Die Rätsel, als herausfordernde Aufgabenstellungen, unterscheiden sich teilweise im Wortlaut von den Aufträgen an die S. In der **Online-Umgebung** und im **Arbeitsheft** für die S sind die Rätseltexte dem Alter entsprechend einfacher formuliert. Um die Rätsel richtig zu verstehen, ist es von Vorteil, zuerst ein oder zwei Rätsel zusammen mit den S oder in Gruppen zu lösen, die Lösungen zu diskutieren und erst danach zum selbstständigen Knobeln überzugehen. Die durch die S erarbeiteten Lösungen sollten durch die S auf ihre Eigenschaften, Korrektheit und Funktionalität hin untersucht und untereinander verglichen werden.

Themenbereiche werden mit den Rubriken **Gemeinsam Antworten auf Fragen suchen** und **Informatikbezug** abgeschlossen. In der ersten Rubrik werden der LP Fragestellungen zur Verfügung gestellt, um mit den S das Entdeckte mit eigenen Worten zu beschreiben, gemeinsam zu diskutieren und zusammenzufassen. Die Rubrik **Informatikbezug** ist für LP bestimmt und erklärt die Beziehung der behandelten Rätsel und Aktivitäten zu informatischen Konzepten und Kompetenzen.

Das Handbuch umfasst drei Kapitel mit Unterkapiteln. Am Anfang jedes Kapitels stehen **Fachdidaktische Überlegungen**. Hier werden die Zielsetzungen des jeweiligen Kapitels erläutert, fachlich wie auch didaktisch, und zusätzlich werden die am stärksten angesprochenen Dimensionen der ganzheitlichen Entwicklung der S dargelegt. Jedes Unterkapitel schliesst mit einem **Fazit**, in dem das Wichtigste zusammengefasst wird. Am Ende jedes Kapitels steht die Rubrik **Reflexion oder: Was haben wir erreicht?**. Hier wird nach der Bearbeitung des Kapitels detaillierter darüber reflektiert, welche Ziele zu welchem Grad angestrebt wurden und wie das Ganze einerseits zum Gesamtkonzept des Informatikunterrichts und andererseits zur ganzheitlichen Weiterentwicklung der S beiträgt.

## Inhalt und angestrebte Kompetenzen

**Kapitel 1** Kapitel 1 ist den Daten als Informationsdarstellungen gewidmet. In den ersten zwei Abschnitten steht die Abstraktion im Vordergrund. Im ersten Abschnitt (Informationen mit Symbolen darstellen) geht es um Informationsdarstellung als Folgen von Symbolen. Die S sollen Darstellungen selbst wählen oder diese sogar selbst konstruieren. Sie können über Stärken und Schwächen einiger Darstellungen reflektieren und kennen unterschiedliche Zielsetzungen, die man bei der Entwicklung der Informationsdarstellungen verfolgen kann. Im zweiten Abschnitt (Informationen mit Graphen darstellen) beschäftigen sich die S mit zeichnerischen Darstellungen von Informationen und können ihre Vorteile gegenüber rein textuellen Darstellungen erkennen und nutzen. Der dritte Abschnitt (Daten schützen oder Informationen geheim halten) ist den Geheimschriften und der Datensicherheit gewidmet. Die S können nach der Durcharbeitung selbst sichere Passwörter generieren und verstehen die ersten Konzepte zur Entwicklung von Geheimschriften aus der Antike. Mit diesem Wissen können sie selbstständig eigene, originelle Geheimschriften entwerfen und anwenden. Im vierten Abschnitt (Aus Daten lernen) lernen die S mittels anregender Rätsel, aus Daten zu lernen. Sie können aus Teilinformationen die vollständigen Informationen gewinnen und mit geschickt gewählten Fragestellungen das Gewünschte erfahren.

**Kapitel 2** In Kapitel 2 geht es vor allem um die Förderung der Problemlösefähigkeit. Man strebt folgende vier Kompetenzen an: Die S können ...

- Problemdarstellungen richtig interpretieren und entscheiden, ob gegebene Lösungsvorschläge zulässige Lösungen sind.
- selbstständig eine Lösung zum gegebenen Problemfall finden.
- alle Lösungen für eine Problemstellung überschaubar auflisten oder alle Objekte mit gegebenen Eigenschaften systematisch generieren.
- unterschiedliche Lösungen anhand eines gegebenen Kriteriums vergleichen und die beste Lösung bestimmen.

**Kapitel 3** Kapitel 3 ist dem Programmieren in einer Zeichensprache gewidmet. Die S lernen zuerst, die Programme richtig zu interpretieren, indem sie die Programme ausführen. Danach entwickeln sie eigene Programme zum Zeichnen unterschiedlicher farbiger Bilder. Durch die Ausführung ihrer Programme können sie ihre korrekte Funktionalität überprüfen und nach Bedarf die Programme korrigieren. Weiter lernen sie, nach Fehlern in Programmen zu suchen, die Funktionalität entwickelter Programme zu verbessern oder zu erweitern und neue Zielsetzungen zu formulieren. Als letzte Kompetenz lernen die S das mächtige Instrument der Schleifen kennen und es anzuwenden, um Programme kürzer zu schreiben und verständlicher darzustellen.

## Wettbewerb Informatik-Biber

Bei den Rätseln kommen immer wieder Biber als Akteure vor und auch in vielen Grafiken sind Biber zu finden. Der Einbezug der Biber ist inspiriert durch den Informatik-Biber-Wettbewerb, bei dem Kinder Aufgaben mit informatischem Hintergrund lösen. Der Wettbewerb findet einmal im Jahr online statt. Jährlich nehmen fast 3 Millionen Kinder aus über 50 Ländern daran teil. Die Schweiz macht seit 2010 bei diesem Wettbewerb mit. Im Jahr 2020 haben 31 000 Kinder und Jugendliche aus der Schweiz daran teilgenommen. Der Wettbewerb dauert jeweils 40 Minuten und die Kinder lösen je nach Altersstufe zwischen 9 und 15 Aufgaben. Es gibt eine Rangliste, kleine Preise, viel Spass und vieles zu lernen. Hier sind die Links zur internationalen und zur Schweizer Website: <https://www.bibras.org/>  
<https://informatik-biber.ch/de/>



Neben dem Festhalten von Informationen (Wissen) und deren Verbreitung ist die Hauptaufgabe der Informatik, Daten zu bearbeiten mit dem Ziel, neues Wissen zu erzeugen. Die Informatik ist somit sehr stark mit der Entwicklung von Sprachen verbunden.

Die Informatikerinnen und Informatiker sind spezialisiert auf die Entwicklung von Schriften für unterschiedliche Zwecke, wie z. B. Geheimhaltung von Informationen (Kryptologie – Lehre der Geheimschriften), kürzestmögliche Darstellung der Information (Informationskomprimierung), fehlerresistente Darstellung, aus der man trotz Beschädigungen die ursprüngliche Information rekonstruieren kann (selbstkorrigierende Kodierungen).

Die wichtigsten Ziele bei der Entwicklung von Informationsdarstellungen sind aber Verständlichkeit (Informationen leicht aus Daten «lesen») und effizienter Umgang mit der Darstellung (Datenbearbeitung). Die historische Entwicklung der Zahlendarstellungen, die zum heutigen Zahlensystem geführt hat, ist ein schönes Beispiel für die Suche nach einer verständlichen Darstellung und einem System, das erlaubt, so einfach wie möglich mit Zahlen zu rechnen.

Weil die Darstellungen die Basis für alle Prozesse der Informationsverarbeitung sind, ist die Reihenfolge der Bearbeitung der Rätsel und Aufgaben im Aufgabenheft wichtig. Nicht nur weil die Erfahrungen aus den vorhergehenden Rätseln und Aktivitäten hilfreich für die Bearbeitung der nachfolgenden Rätsel sind, sondern auch weil die Bearbeitung von Kapitel 1 eine Voraussetzung für das Durcharbeiten von Kapitel 2 ist.

# 1

## Die Welt mit Symbolen oder Bildern beschreiben

### Fachdidaktische Überlegungen

Die Arbeitsgrundlage aller Wissenschaften besteht in der Fähigkeit, die Informationen über die Realität zeichnerisch oder als Folgen von Symbolen oder Signalen darzustellen. Diese Fähigkeit ermöglicht uns, Informationen festzuhalten, aufzubewahren und untereinander auszutauschen. Das gilt aber nicht nur für die Wissenschaften, sondern auch für unsere Zusammenarbeit und die damit verbundene Kommunikation im täglichen Leben. Die Darstellungen durch Bilder oder Zeichenfolgen sind Produkte des Prozesses der Abstraktion. Das Wesentliche wird in unsere Darstellungen unmissverständlich übertragen und das aus unserer Sicht Irrelevante darf verloren gehen, d. h., es muss aus unseren Darstellungen nicht zwingend rekonstruierbar sein.

Somit dienen die abstrakten Realitätsdarstellungen nicht nur der Bewahrung und der Vermittlung der Informationen, sondern auch der Veranschaulichung und der Vereinfachung der komplexen Realität, dank der wir Zusammenhänge entdecken und verständlich erklären können.

Daten sind nichts anderes als abstrakte Darstellungen von Informationen. Alle Gegenstände (z. B. Steine, Leder, Papier, Computer), auf die wir Symbole und Zeichen anbringen, also Daten speichern können, heißen Medien. Mithilfe der Schriften werden Informationen durch Zeichen dargestellt, weshalb die Erfindung der Schrift als Anfang der Digitalisierung angesehen werden kann.

## Zielsetzungen

Dieses Kapitel ist den Daten, also den abstrakten Darstellungen von Informationen, gewidmet. Die S sollen beim Lösen von Rätseln spielerisch der Welt der Informationsdarstellungen begegnen.

### Die Hauptziele sind:

- Aus unterschiedlichen Darstellungen Informationen korrekt herauslesen können.
- Die Erfahrung machen, dass es immer mehrere Möglichkeiten gibt, Informationen darzustellen.
- Selbstständig und kreativ eigene Darstellungen entwickeln und sie in Anwendungen testen können.

### Im Detail bedeutet dies:

- Zahlen, Wörter und Texte als Symbolfolgen interpretieren können.
- Erfahren und sich bewusst werden, dass kleine Änderungen (Fehler) auf der symbolischen Ebene den Inhalt (die Bedeutung) verändern können.
- Selbst neue Darstellungen von Wörtern entwickeln können, in denen kleine Fehler zu keiner falschen Interpretation führen.
- Das Konzept der Ähnlichkeit von Wörtern und Texten verstehen und den Abstand (Unterschied) zwischen zwei gleich langen Wörtern messen können.
- Texte kürzer, aber trotzdem verständlich darstellen können, um beim Schreiben Zeit zu sparen.
- Unterschiedliche Zahlendarstellungen kennen lernen, diese richtig interpretieren und mit diesen Darstellungen arbeiten können.
- Gerichtete Graphen als Abstraktion für zeitliche Abläufe richtig interpretieren und selbst erzeugen können.
- Gerichtete Graphen zur Darstellung von Vergleichen (Beziehungen) zwischen Objekten verstehen.
- Graphen zur Darstellung von Verbindungsnetzen (Strassennetzen, Wegen) verstehen und verwenden können.
- Historische Konzepte zur Entwicklung von Geheimschriften kennen, verstehen und eigene Geheimschriften entwickeln und in der Kommunikation ausprobieren.
- In einfachen Spielen lernen, aus Teilinformationen die gesamte Information zu rekonstruieren.

Aus der Sicht der ganzheitlichen Entwicklung des Kindes stehen insbesondere folgende Themen in altersgerechter Umsetzung im Vordergrund:

### Zeitliche und räumliche Orientierung

Die S verstehen räumliche Darstellungen und können zeitliche Abläufe im Raum planen, darstellen und ausführen.

### Zusammenhänge und Gesetzmässigkeiten

Die S entdecken Ähnlichkeiten, Zusammenhänge und Gesetzmässigkeiten und lernen diese zu beschreiben und abstrakt darzustellen.

### Fantasie und Kreativität

Die S spielen mit vielen Freiheiten und gestalten eigene Produkte nach eigenen Vorstellungen.

### Wahrnehmung und Reflexion

Die S lernen fokussiert und konzentriert zu beobachten, die Funktionalität eigener Produkte (Schriften, Darstellungen) zu beurteilen und darüber zu reflektieren und zu diskutieren.

## Informationen mit Symbolen darstellen

In diesem Abschnitt lernen die S, dass man Zeichen (auch selbst erfundene) verwenden kann, um Texte, Zahlen und somit unterschiedliche Informationen als Zeichenfolge darzustellen.

Eine Vielfalt von Möglichkeiten steht den S zur Verfügung, sie können selbst eine Darstellung auswählen oder sogar konstruieren.

### Kontext

Zahlen, Wörter und Texte können als eine Folge von **Symbolen** (Buchstaben, Ziffern, Zeichen oder Signalen) dargestellt werden. Die Menge der verwendeten Zeichen nennen wir das **Alphabet**. Welches Alphabet wir für eine bestimmte Darstellung einsetzen, können wir selbst bestimmen. Wir sprechen dann von der **Darstellung über das gewählte Alphabet**. In diesem Abschnitt lernen die S, Texte und Zahlen je nach Bedürfnis (Notwendigkeit) unterschiedlich darzustellen. Einmal möchte man eine Darstellung, die möglichst kurz ist, weil man Platz sparen oder schneller kommunizieren möchte. Ein anderes Mal möchte man eine Darstellung, die es dem Computer ermöglicht, Tippfehler oder Übertragungsfehler zu erkennen und sogar automatisch zu korrigieren. Wenn wir Informationen als Symbolfolgen über ein Alphabet darstellen, dann sprechen wir auch vom **Kodieren**.

### Hinweis zu Rätsel 1-2

Die Rätsel 1 und 2 sind der Komprimierung von Daten, d.h. der Entwicklung von kurzen Darstellungen von Texten, gewidmet. Die zwei Rätsel stellen je einen anderen Trick zur Verkürzung der Texte vor. In Rätsel 1 ersetzt man ein Wort, das im Text mehrfach vorkommt, überall durch ein Sonderzeichen. In Rätsel 2 ersetzt man ein wiederholt vorkommendes Wort durch eine Zahl. Die Zahl besagt, an welcher Stelle im Text (vom Anfang an gezählt) das Wort zum ersten Mal vorgekommen ist. Durch das Lösen der Rätsel sollen die S diese zwei Komprimierungsmethoden selbst entdecken können.

## Rätsel 1



### Texte mit einem Symbol kürzen

Mit ihren Freundinnen und Freunden singt Martina gerne ein Lied. Martina kann sich aber den Text nicht so gut merken. Sie hat deshalb den Liedtext notiert. Weil sie nicht zu viel schreiben möchte, kodiert sie den Text kürzer. Für ein Wort, das mehrfach vorkommt, wählt sie anstelle des Wortes als symbolische Darstellung ein Sonderzeichen. Errate, welches Wort Martina ersetzt hat.

 sind alle meine Kleider.  
 ist alles, was ich hab.  
 Darum lieb ich alles, was so  ist,  
 weil mein Schatz ein Jäger ist.


Versuche wie Martina den folgenden Text kürzer darzustellen:

Die Affen rasen durch den Wald.  
 Das eine lässt den andern kalt.  
 Die ganze Affenbande brüllt:

Wer hat die Kokosnuss?  
 Wer hat die Kokosnuss?  
 Wer hat die Kokosnuss geklaut?



**Lösung Rätsel 1**

Im ersten Lied steht das Sonderzeichen  für das Wort «GRÜN».

Beim zweiten Lied ist es etwas schwieriger:  
Zuerst fällt vermutlich die Folge von vier Wörtern auf, die dreimal wiederholt wird (WER HAT DIE KOKOSNUSS). Zusätzlich kommen die Wörter «DEN» und «DIE» mehrmals vor. Man kann sogar gleich fünf Sonderzeichen wählen, beispielsweise

- ▽ steht für das Wort «DIE»,
- ▷ steht für das Wort «DEN»,
- △ steht für das Wort «WER»,
- steht für das Wort «HAT»,
- ◀ steht für das Wort «KOKOSNUSS».

Damit sieht der gekürzte Text folgendermassen aus:

- ▽ Affen rasen durch ▷ Wald.
- Das eine lässt ▷ andern kalt.
- ▽ ganze Affenbande brüllt:
- △ ○ ▽ ◀ ?
- △ ○ ▽ ◀ ?
- △ ○ ▽ ◀ geklaut?

Sobald die S Lösungen kreieren, kann man mit ihnen thematisieren, ob ein geschicktes Wählen der Sonderzeichen die Arbeit erleichtern könnte. So kann es für uns Menschen sinnvoll sein, beim Kürzen ein Sonderzeichen zu wählen, das einen Bezug zur Bedeutung des ursprünglichen Wortes hat (also beispielsweise wie oben ein grünes Blatt für das Wort «GRÜN»). Für «KOKOSNUSS» könnte ein kokosähnliches Zeichen verwendet werden. Für den Computer spielt dies jedoch keine Rolle.

Kürze die ersten beiden Strophen des folgenden Wanderlieds auf die gleiche Weise, wie Leo den Liedtext kürzt:

Das Wandern ist des Müllers Lust,  
das Wandern ist des Müllers Lust, das Wandern!  
Das muss ein schlechter Müller sein,  
dem niemals fiel das Wandern ein,  
dem niemals fiel das Wandern ein, das Wandern.

Vom Wasser haben wirs gelernt,  
vom Wasser haben wirs gelernt, vom Wasser;  
das hat nicht Ruh bei Tag und Nacht,  
ist stets auf Wanderschaft bedacht,  
ist stets auf Wanderschaft bedacht, das Wasser.

Das sehn wir auch den Rädern ab,  
das sehn wir auch den Rädern ab, den Rädern,  
die gar nicht gerne stille stehn  
und sich bei Tag nicht müde drehn,  
und sich bei Tag nicht müde drehn, die Räder.

Oh Wandern, Wandern, meine Lust!  
Oh Wandern, Wandern, meine Lust! Oh Wandern!  
Herr Meister und Frau Meisterin,  
lasst mich in Frieden weiterziehen,  
lasst mich in Frieden weiterzieh und wandern!

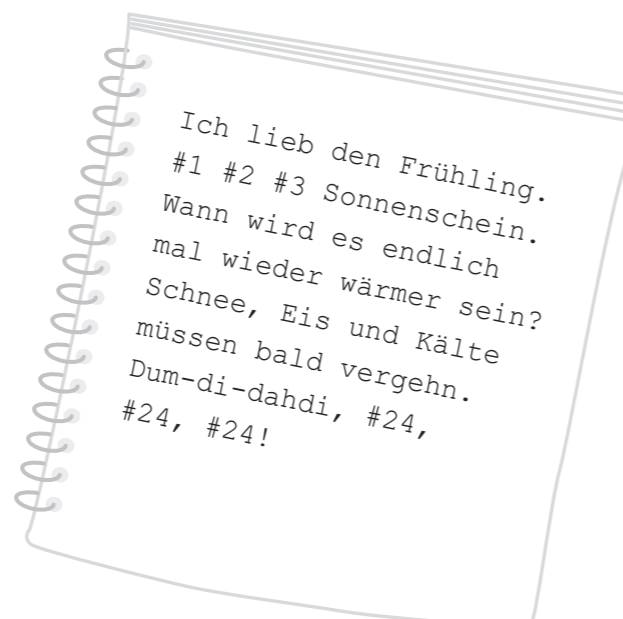
*Text: 1818 Wilhelm Müller*

*Melodie: 1844 Karl Friedrich Zöllner*

**Rätsel 2****Texte anhand der Wortposition kürzen**

Leo ist Pfadfinder und freut sich auf das nächste Lager. Im Lager wird oft gesungen. Damit möglichst viele Liedtexte in das kleine Büchlein passen, kürzt er die Texte. Beispielsweise ist links der Text eines Liedes und rechts sieht man, was Leo in sein Büchlein schreibt:

Ich lieb den Frühling.  
Ich lieb den Sonnenschein.  
Wann wird es endlich  
mal wieder wärmer sein?  
Schnee, Eis und Kälte  
müssen bald vergehn.  
Dum-di-dahdi, Dum-di-dahdi,  
Dum-di-dahdi, Dum-di-dahdi!

**Lösung Rätsel 2**

Leo ersetzt die sich wiederholenden Wörter mit dem Hinweis auf die absolute Position im Text, auf der sich das Wort befindet. Im Beispiel steht **#1** für das Wort «Ich» an erster Stelle, **#2** für das zweite Wort «lieb» und **#3** für das dritte Wort «den» im Beispieltext.

Beim Kürzen des Wanderlieds reicht es, wenn die S das Vorgehen entdecken, die sich wiederholenden Wörter finden und die Positionen von ein paar ersten sich wiederholenden Wörtern bestimmen. Es braucht sehr viel Ausdauer und Konzentration, die Positionen von Wörtern zu bestimmen, die weit hinten im Text sind.

Das Wandern ist des Müllers Lust,  
**#1 #2 #3 #4 #5 #6, #1 #2!**  
**#1** muss ein schlechter Müller sein,  
dem niemals fiel **#1 #2** ein,  
**#21 #22 #23 #1 #2 #17, #1 #2.**

Vom Wasser haben wirs gelernt,  
**#35 #36 #37 #38 #39, #35 #36;**  
**#1** hat nicht Ruh bei Tag und Nacht,  
ist stets auf Wanderschaft bedacht,  
**#55 #56 #57 #58 #59, #1 #36.**

**Aktivität 1****Selbst Texte komprimieren**

Man kann Lieder oder lustige Texte auswählen und gemeinsam mit den S beide Komprimierungsmethoden anwenden. Danach dürfen sie selber Texte suchen oder verfassen, die sich zum Beispiel besonders stark kürzen lassen. Die tatsächliche Komprimierung würde man ausdrücken als das Verhältnis der gesparten Symbole zu der Anzahl der ursprünglichen Symbole. Da jedoch das Zählen der Buchstaben aufwändig ist und viel Konzentration verlangt und deshalb fehleranfällig ist, empfehlen wir, nur die Anzahl der Wörter zu zählen, die man ersetzen kann.

**Kontext**

Menschen nutzen **Schriften**, um das Gesprochene als Folgen von Buchstaben (Zeichen, Symbolen) darzustellen. In dieser Form können wir Texte auch als Symbolfolgen in Computern abspeichern. Wenn Texte möglichst kurz sein sollen, können zum Beispiel mehrmals vorkommende Wörter durch ein Zeichen (Bild) ersetzt werden wie in Rätsel 1. So wird der Text **komprimiert**. Komprimierte Texte haben den Vorteil, dass sie auf dem Papier weniger Platz brauchen und somit auch im Computer weniger Speicherplatz benötigen. Komprimierte Texte können zudem rascher übers Internet transportiert werden. Und man kann sie auch schneller aufschreiben.

**Gemeinsam Antworten auf Fragen suchen**■ **Welche Vorteile kann eine Komprimierung haben?**

Man kann einen Text schneller aufschreiben, ihn kürzer darstellen, schneller versenden usw.

■ **Welche Nachteile kann eine Komprimierung haben?**

Sollten die S nicht weiterkommen, kann man ihnen durch zusätzliche Fragen weiterhelfen. Man kann sie zum Beispiel fragen, ob bei einer komprimierten Nachricht die Gefahr bestehen könnte, dass der Empfänger diese nicht richtig versteht. Das ist bei Rätsel 1 tatsächlich der Fall. Man versteht den Text nur, wenn man die Sonderzeichen richtig interpretiert. Somit besteht keine Garantie dafür, dass man den ursprünglichen Text richtig rekonstruieren kann.

Die S können die zweite Methode (Rätsel 2) für das Kodieren sowie Dekodieren aufwändig und mühsam finden. Insbesondere das Zählen der Positionen der einzelnen Wörter erfordert viel Konzentration und man kann dabei leicht Fehler machen. Fehler beim Kodieren können den Text unverständlich machen. Diesen Aspekt kann man auch mit den S thematisieren.

**Informatikbezug**

Das Komprimieren von Daten wird von jeher angewendet und hat eine sehr lange Tradition. Schon die alten Römer versuchten, so kurze Zahlendarstellungen wie möglich zu entwickeln, um den Aufwand beim Meisseln in Steine oder Auftragen auf andere Medien zu reduzieren. Bei den ersten Computern waren die Speicher sehr klein und extrem teuer, weshalb das Minimieren des Speicherbedarfs sehr wichtig war. Heute bestimmt die Grösse der zu transportierenden Datenmenge massgeblich die Übertragungszeit im Internet. Die Fehleranfälligkeit bei der Übertragung ist ebenfalls abhängig von der Grösse der Datenmenge. Deshalb komprimiert man grosse Daten, die Ton und Bilder übertragen. Häufig nimmt man sogar Verluste in der Bild- und Tonqualität in Kauf, um dafür grössere Übertragungsgeschwindigkeiten zu erzielen.

In der Informatik spricht man im Fall von Rätsel 1 von der **Komprimierung mit Informationsverlust** (oder kurz **mit Verlust**). Die Methode der Komprimierung aus Rätsel 2 ist eine **Komprimierung ohne Informationsverlust**. Man kann den ursprünglichen Text immer eindeutig rekonstruieren.

Bei der Komprimierung von Texten verwendet man fast ausschliesslich Komprimierungsmethoden ohne Verlust. Die Beispiele, die wir hier verwenden, sind eher kleine Tricks spielerischer Art. Weil am Ende im Computer alles binär dargestellt wird, fokussieren sich die Komprimierungsmethoden auf kurze binäre Kodierungen in Texten. Eine der Basisideen ist, Buchstaben als Bitfolgen zu kodieren, und zwar so, dass häufig vorkommende Buchstaben durch kurze Bitfolgen dargestellt werden. Diese Methoden werden aber erst auf der Sekundarstufe behandelt.

**Hinweis zu Rätsel 3-7**

Die Rätsel 3-7 thematisieren, wie man durch kleine Änderungen, z. B. durch das Auslassen oder Einfügen von Buchstaben oder durch das Ändern der Reihenfolge der Buchstaben, aus Wörtern andere sinnvolle Wörter mit ganz anderen Bedeutungen erhalten kann. Man erlebt dabei, welche gravierenden Folgen kleine Fehler haben können. Gleichzeitig ist es eine Vorbereitung darauf, die Grösse der Unterschiede zwischen zwei Symbolfolgen zu messen. In den Rätseln 3-7 lernen die S die vier «Grundoperationen» der Textbearbeitung kennen, nämlich das Weglassen eines Buchstabens, das Einfügen eines Buchstabens, das Austauschen eines Buchstabens und die Änderung der Reihenfolge von zwei aufeinanderfolgenden Buchstaben. Diese Operationen entsprechen auch den häufigsten Fehlern beim Eintippen. Somit nehmen die S wahr, wie wichtig es ist, die Texte korrekt zu schreiben.

**Rätsel 3****Buchstaben in Wörtern austauschen** → KV 1-3

Wann bezeichnen wir die Darstellungen von zwei unterschiedlichen Wörtern als ähnlich? Hier siehst du ein Beispiel dazu: Durch den Austausch eines Buchstabens erhältst du ein anderes Wort.

RAUM	RAUM	RAUM	RAUM	RAUM
↓	↓	↓	↓	↓
KAUM	BAUM	RAHM	RAUB	RAUS

Finde möglichst viele ähnliche Wörter zu den Wörtern **MEIN** und **REISEN**. Arbeite dazu mit den KV 1-3. Setze zuerst das Wort **MEIN** (bzw. **REISEN**) aus den Buchstabenkarten zusammen. Ersetze dann jeweils eine Buchstabenkarte durch eine andere.

**Lösung Rätsel 3**

Unter anderem gibt es folgende Möglichkeiten:

**MEIN:** SEIN, DEIN, REIN, WEIN, KEIN, BEIN

**REISEN:** REIHEN, MEISEN, WEISEN, REITEN, REIMEN, REINEN

**Aktivität 2****Neue Wörter durch Buchstabenaustausch bilden** → KV 1-3

Arbeite nun in der Gruppe, verwendet die KV 1-3 und baut aus den Buchstaben sinnvolle Wörter zusammen. Versucht gemeinsam, durch den Austausch eines Buchstabens ein anderes sinnvolles Wort zu bilden.

Als Einstieg in die Aktivität könnt ihr folgende Wörter verwenden und versuchen, einen Buchstaben auszutauschen:

**BAUCH DACH BEIN DEHNEN LAUF**

**Lösung Aktivität 2**

Unter anderem gibt es folgende Möglichkeiten:

**BAUCH** - **RAUCH**

**DACH** - **MACH**

**BEIN** - **REIN**

**DEHNEN** - **LEHNEN**

**LAUF** - **RAUF**

**Rätsel 4****Buchstaben weglassen** → KV 1-3

Zwei Wörter sind sich auch ähnlich, wenn du bei einem Wort einen Buchstaben weglassen kannst und dann dadurch ein anderes Wort erhältst.

Zum Beispiel:

<b>REIS</b>	<b>KOMMT</b>	<b>WARUM</b>	<b>WARTE</b>
/EIS	KOMM/	WAR/M	WAR/E

Stelle die folgenden Wörter mit den Buchstaben auf den KV 1-3 dar und versuche herauszufinden, welchen Buchstaben du entfernen kannst, um ein anderes sinnvolles Wort zu erhalten. Gibt es Wörter, bei denen du mehrere Möglichkeiten hast einen oder sogar zwei Buchstaben wegzulassen?

**BAUCH, BEIN, GELD, FLUSS, ANDREAS, KEINE, BRAUCH**

**Lösung Rätsel 4**

Bei einigen Wörtern gibt es mehrere Möglichkeiten, einen Buchstaben wegzulassen, andere haben nur eine Lösung. Bei einigen Wörtern kann man sogar gleichzeitig zwei Buchstaben auslassen. Die Bedeutungen der neu entstandenen Wörter können/ sollen mit den S thematisiert werden.

Sind die neuen Wörter sinnvoll? Existieren sie?

Was bedeuten die einzelnen Wörter?

BAUCH	BAUCH	BAUCH	BAUCH	
/AUCH	B/U CH	BA/CH	BAU//	
BEIN	BEIN	BEIN	BEIN	
/EIN	BEI/	/EI/	B/IN	
GELD	FLUSS	ANDREAS	KEINE	KEINE
GEL/	F/USS	ANDREA/	/EINE	/EIN/
BRAUCH	BRAUCH	BRAUCH	BRAUCH	BRAUCH
B/AUCH	/RAUCH	BR/U CH	BRA/CH	//AUCH

**Aktivität 3****Neue Wörter durch Weglassen von Buchstaben bilden** → KV 1-3

Arbeite in der Gruppe mit den KV 1-3. Findet zusammen weitere sinnvolle Wörter, indem ihr einen Buchstaben weglasst. Findet ihr auch Wörter, bei denen es mit mehr als einem Buchstaben funktioniert?

Ein Beispiel:

<b>LAUF</b>	<b>LAUF</b>	<b>BAUCH</b>
/AUF	LAU/	BA/CH

**Rätsel 5****Buchstaben hinzufügen** → KV 1-3

Du kannst auch umgekehrt vorgehen und neue Wörter bilden, indem du einen Buchstaben hinzufügst.

Zum Beispiel:

/ <b>AUCH</b>	/ <b>ARM</b>	<b>B</b> / <b>AUCH</b>	<b>AM</b> /
↓	↓	↓	↓
<b>RAUCH</b>	<b>DARM</b>	<b>BRAUCH</b>	<b>AMT</b>
<b>BAUCH</b>	<b>WARM</b>		

Arbeite wieder mit den KV 1-3 und stelle die folgenden Wörter dar. Versuche jeweils einen Buchstaben hinzuzufügen, um ein neues Wort zu erhalten. Findest du bei einigen Wörtern sogar mehrere Möglichkeiten?

**UM, EINE, RUM, AUF, AUS, MEISE, OMA**

**Lösung Rätsel 5**

Wir listen hier wieder einige der Möglichkeiten auf.

**UM** - RUM  
**EINE** - SEINE, MEINE, DEINE, KEINE, WEINE, EINES, EINEM, EINEN, EINER  
**RUM** - RUHM, DRUM  
**AUF** - RAUF, LAUF, KAUF  
**AUS** - RAUS, MAUS, HAUS  
**MEISE** - MEISEN, AMEISE  
**OMA** - OMAR, OMAN, ROMA

**Aktivität 4****Neue Wörter durch Hinzufügung von Buchstaben bilden** → KV 1-3

Findet weitere Wörter, indem ihr einen neuen Buchstaben einfügt. Besonders interessant sind Wörter, bei denen ihr mehrere unterschiedliche Buchstaben auf verschiedenen Plätzen einfügen könnt. Findet ihr ein Wort, bei dem es mindestens sieben unterschiedliche Möglichkeiten gibt, durch das Hinzufügen eines Buchstabens ein neues Wort zu bilden?

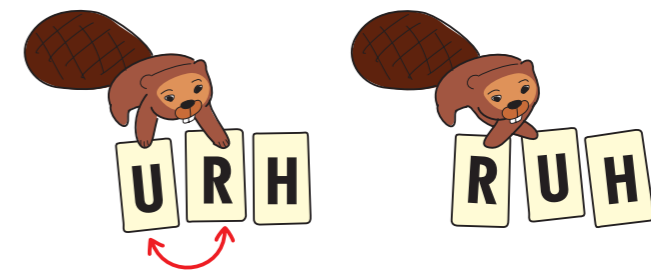
**Rätsel 6****Falsche Reihenfolge von Buchstaben** → KV 1-3

Die häufigsten Fehler beim Schreiben auf der Tastatur sind nicht fehlende oder falsch geschriebene Buchstaben, sondern sogenannte **Switches**. Das heisst, dass zwei benachbarte Buchstaben in falscher Reihenfolge getippt wurden.

Zum Beispiel:

<b>LSEEN</b>	<b>AKRTEN</b>	<b>DRMAA</b>	<b>RECHNNE</b>
✗	✗	✗	✗
<b>LESEN</b>	<b>KARTEN</b>	<b>DRAMA</b>	<b>RECHNEN</b>

Wenn du die Korrekturen mit den Buchstaben der KV 1-3 machst, brauchst du nur die beiden benachbarten Karten zu vertauschen.



Korrigiere den folgenden Satz.

Jedes Wort kann mit einem Switch korrigiert werden. Arbeite mit den KV 1-3.

**DRE BIEBRWETTBEWERB AHT SAPNNENDE KONBELAUGFABEN**

**Lösung Rätsel 6**

**DER BIBERWETTBEWERB HAT SPANNENDE KNOBELAUFGABEN**

**Rätsel 7****Switches mit Ziffern** → KV 3

Man wendet Switches auch bei Ziffern in Zahlendarstellungen an. Was ist die grösste Zahl, die man aus **1379** durch zwei Switches erreichen kann? Du kannst es mit den Ziffernkarten von KV 3 durchspielen.

**Lösung Rätsel 7**

Hier sollen die S herausfinden, dass die erste Ziffer in der Zahlendarstellung den grössten Einfluss auf die Grösse der dargestellten Zahl hat. Somit muss man versuchen, eine möglichst grosse Ziffer durch Switches nach vorne (= nach links) zu bekommen. Mit zwei Switches rutscht die Neun allerdings nur an zweitvorderste Stelle, sodass versucht werden muss, die zweitgrösste Ziffer (also die Sieben) nach vorne zu bringen.

Nach dem ersten Switch heisst die Zahl **1739**, nach dem zweiten Switch **7139**. Die gesuchte Zahl ist somit **7139**.

## Aktivität 5

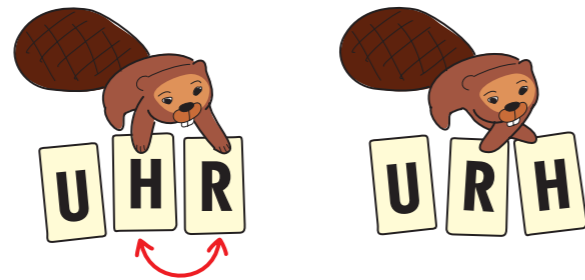


## Mit mehreren Switches von einem Wort zu einem anderen → KV 1-3

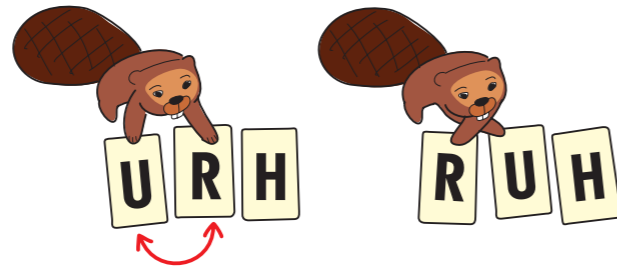
Die Biber spielen ein Switch-Spiel. Wie viele Switches reichen, um von einem Wort zu einem anderen zu gelangen?

Zum Beispiel gelangst du mit zwei Switches von **UHR** zu **RUH**.

Erster Switch:



Zweiter Switch:



Passt auf! Ein Switch bedeutet immer, dass zwei nebeneinanderstehende Karten vertauscht werden. Es geht also nicht darum, Buchstaben beliebig zu vertauschen.

- A** Findet ein Wort, das durch einen Switch zu einem neuen Wort wird.
- B** Wie viele Switches sind notwendig, um von **LAUF** auf **FAUL** zu kommen? Arbeitet dazu mit den KV 1-3.
- C** Wie viele Switches sind nötig, um von **SCHUH** auf **HUSCH** zu kommen?

## Lösung Aktivität 5

- A** Durch Probieren können einige Wortpaare gefunden werden.
- B** Zuerst soll der erste mit dem letzten Buchstaben ausgetauscht werden, d.h., der Buchstabe L auf der ersten Position muss mit dem Buchstaben F auf der vierten Position getauscht werden. Die Entfernung zwischen diesen beiden Positionen ist drei, also braucht man 3 Switches, um den Buchstaben L auf die vierte Position zu bekommen:

**LAUF** → **ALUF** → **AULF** → **AUFL**

Nun benötigt man noch weitere 2 Switches, um den Buchstaben F auf die erste Position zu bringen:

**AUFL** → **AFUL** → **FAUL**

Insgesamt braucht man also fünf Switches, um von LAUF auf FAUL zu kommen.

Falls es für die S verständlicher ist, können zur Erklärung gerichtete Pfeile benutzt werden.

- C** Diese Aufgabe ist noch anspruchsvoller. Eine Strategie könnte sein, zuerst das H aus der dritten Position nach vorne zu bringen und danach das U auf die zweite Position.

**SCHUH** → **SHCUH** → **HSCUH** → **HSUCH** → **HUSCH**

Es reichen also vier Switches.

## Gemeinsam Antworten auf Fragen suchen

- Was können Tippfehler beim Schreiben von Wörtern oder kleine Änderungen an den Wörtern verursachen?

- Wie schwierig ist es, die Fehler oder Änderungen zu erkennen und zu korrigieren?

## Antwort zu den ersten beiden Fragen:

Die S sollen erkennen, dass man Wörter oder Texte nicht immer einfach korrigieren kann. Wenn durch eine Änderung ein sinnloses Wort entsteht, weiss man sofort, dass ein Fehler vorliegt. Wenn jedoch durch eine Änderung ein anderes, aber sinnvolles Wort entsteht, ist es schwieriger, einen Fehler zu vermuten. Wenn das Wort ein Teil eines Satzes ist, könnte man eventuell über den Sinn des Satzes das richtige Wort erraten.

- Ist es immer möglich, die Fehler zu korrigieren?

Wenn man beim Schreiben einer Zahl einen Fehler macht, dann kann man nicht feststellen, dass etwas schiefgegangen ist.

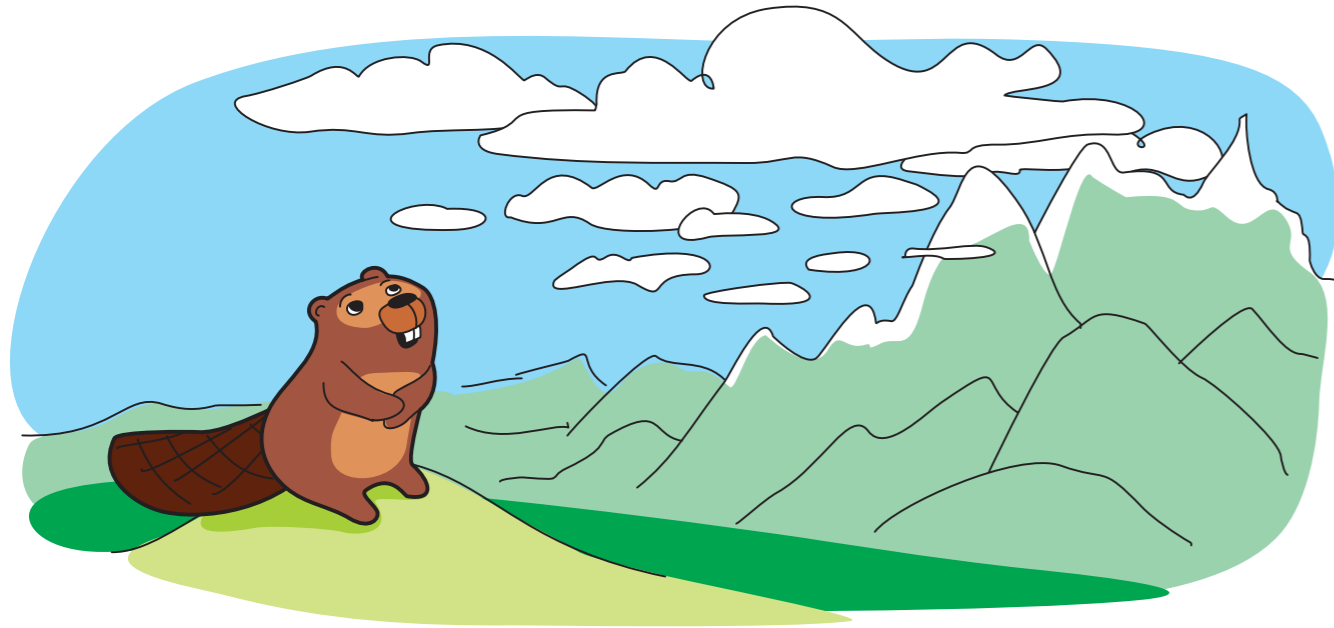
## Informatikbezug



Die Ähnlichkeit von Wörtern wahrzunehmen und bei der Textverarbeitung zu verwenden, gehört zu den typischen Informatikaufgaben. Man will beispielsweise Informationen so kodieren, dass bei kleinen Tipp- oder Übertragungsfehlern keine Informationsdarstellung entstehen kann, die eine andere Bedeutung hat. Deswegen wählt man für unterschiedliche Informationen Kodierungen, die nicht ähnlich zueinander sind.

Eine andere Anwendung ist in der algorithmischen Biologie zu finden. Die DNA-Sequenzen sind als Folge von Buchstaben über das Alphabet { A, C, G, T } dargestellt. Wir können sie mit kleiner Fehlerrate lesen, haben aber grosse Mühe, aus dem Code die Funktionalität der DNA-Sequenz zu bestimmen.

Eine gute Strategie ist immer, nach Ähnlichkeit zu einer DNA-Sequenz zu suchen, über deren Funktionalität wir schon etwas wissen. Man könnte dann annehmen, dass die Funktionalitäten ähnlich sind. Das Mass der Ähnlichkeit ist die Anzahl der Operationen (Buchstabe entfernen, Buchstabe einfügen, Buchstabe austauschen, nachfolgende Buchstaben switchen), die man braucht, um von einer DNA-Sequenz zu einer anderen zu kommen. Die Informatikerinnen und Informatiker entwickeln Algorithmen, die zu einer neuen DNA-Sequenz in der DNA-Datenbank die ähnlichsten schon bekannten DNA-Sequenzen finden.



Hinweis zu Rätsel 8 und 9

Die Rätsel 8 und 9 haben selbst entwickelte Kodierungen (Schriften) zum Thema und zeigen auf, welche Verwechslungsgefahren ähnliche Kodierungen (Wörter) in sich tragen und wie man diese vermeiden kann.

Rätsel 8



Beschädigte Nachrichten → KV 4

Die Biber haben immer einen Wetterbeobachter auf dem nächsten Berg. Der Wetterbeobachter kodiert und sendet seine Nachrichten mit Rauchzeichen ins Tal. Dazu verwendet er nur zwei unterschiedliche Signale («grosse Wolke» und «kleine Wolke»). Der Biber schickt seine Wetternachrichten immer in einer Folge von drei Signalen.

1		Es kommt ein Gewitter.
2		Es wird bedeckt und regnerisch.
3		Es wird trocken mit wenigen Wolken.
4		Es wird wolkenlos und sonnig.

Die Biber im Tal können die Signale vom Berg wegen des Nebels nicht genau erkennen. An den Stellen, an denen sie unsicher sind, schreiben sie ein «?». Hilf den Bibern, die Nachrichten trotzdem zu verstehen. Gibt es manchmal mehrere Möglichkeiten? Arbeite dazu mit der KV 4.

A	
B	
C	
D	

Lösung Rätsel 8

- A Die Lösung ist eindeutig, das Fragezeichen muss durch eine grosse Wolke ersetzt werden. Die Nachricht ist «Es kommt ein Gewitter.»  
Die Lösung ist eindeutig, weil keine Kodierung existiert, die mit zwei grossen Wolken anfängt und mit einer kleinen Wolke endet.
- B Diese Lösung ist auch eindeutig.  
Vorne steht die kleine Wolke und die Nachricht ist «Es wird trocken mit wenigen Wolken.». Keine andere Nachrichtenkodierung endet mit grosser und kleiner Wolke.
- C Hier ist die Nachricht nicht klar.  
Sie kann entweder lauten «Es kommt ein Gewitter.» oder «Es wird bedeckt und regnerisch.». Beide Nachrichten beginnen und enden mit einer grossen Wolke.
- D Hier gibt es auch zwei Möglichkeiten, nämlich «Es wird trocken mit wenigen Wolken.» und «Es wird wolkenlos und sonnig.».

Die S sollen an dieser Stelle herausfinden, dass zwei ähnliche Kodierungen (solche, die sich nur in einem Signal in der Signalfolge unterscheiden) allenfalls falsch verstanden werden können, wenn bei der Übertragung ein Signal unlesbar (unverständlich) wird.

### Rätsel 9 Ähnliche Signalfolgen vermeiden → KV 4

Biberin Cleveria überlegt sich eine neue Kodierung für die Wetternachrichten. Die Kodierung soll so sein, dass zwei Signalfolgen nie ähnlich sind, d. h., jede Signalfolge muss sich klar von den anderen unterscheiden.

1		Es kommt ein Gewitter.
2		Es wird bedeckt und regnerisch.
3		Es wird trocken mit wenigen Wolken.

Wenn du die Signalfolgen vergleichst, stellst du fest, dass sie sich mindestens an zwei Stellen unterscheiden. In der folgenden Tabelle sind die unterschiedlichen Stellen mit einem roten X markiert. Die Anzahl der unterschiedlichen Stellen in der Kodierung von zwei Nachrichten wird **Abstand** genannt. Mit dem Abstand wird die Grösse des Unterschieds zwischen zwei gleich langen Signalfolgen oder zwei gleich langen Wörtern gemessen. Die **Länge einer Signalfolge** ist die Anzahl der Signale und die **Länge eines Wortes** ist die Anzahl der Buchstaben.

1					
2					
		X	X		Abstand 2
1					
3					
		X	X	X	Abstand 3
2					
3					
		X	X	X	Abstand 3



A Du erhältst die folgende, teilweise unleserliche Nachricht von Cleveria:



Verstehst du trotzdem, welche Wetternachricht Cleveria gesendet hat?



B Hilf Cleveria, eine gute Signalfolge von vier Signalen für die Nachricht «Es wird wolkenlos und sonnig.» zu entwerfen. Die Signalfolge soll sich von allen vorherigen (1, 2, 3) an mindestens zwei Stellen unterscheiden.

### Lösung Rätsel 9

A Hier schaut man, bei welchen der drei möglichen Signalfolgen das Suffix (hier die letzten drei Signale) «kleine Wolke, grosse Wolke, kleine Wolke» hat. Nur die zweite Signalfolge für die Nachricht «Es wird bedeckt und regnerisch.» hat dieses Suffix. Somit ist die Dekodierung der Nachricht eindeutig, obwohl das erste Signal unlesbar ist.

B Das ist eine anspruchsvolle Aufgabe. Als mögliche Hilfe dienen die Wolkenkarten (KV 4), mit denen die S die drei schon vorgegebenen Signalfolgen darstellen. Danach können sie versuchen, mit den Karten selbst eine neue Signalfolge zu legen, die sich von jeder der vorgegebenen an mindestens zwei Stellen unterscheidet. Es geht nicht darum, Algorithmen (Strategien) zu entwickeln, die erfolgreich und garantiert eine gewünschte Folge finden (konstruieren). Dies wird in «Einfach Informatik 7-9» (Daten) auf der Sekundarstufe vermittelt. Hier geht es lediglich darum, dass die S durch (strategisches) Probieren eine Lösung finden.

Eine mögliche Lösung ist:



Alle S können durch Vergleichen überprüfen, ob sich diese Folge von jeder vorgegebenen an mindestens zwei Stellen unterscheidet. Eine einfache Idee für die Konstruktion dieser Wolkenfolge sieht wie folgt aus:

- Die erste und die zweite Folge haben beide auf den Positionen 1 und 3 grosse Wolken.
- Wenn man also auf die Positionen 1 und 3 kleine Wolken setzt, wird sich die neue Folge von den ersten zwei Signalfolgen an diesen zwei Positionen unterscheiden (Abstand 2).
- Jetzt braucht man nur noch darauf zu achten, dass man durch die Wahl der Signale für die Positionen 2 und 4 den Abstand 2 zur dritten Signalfolge erzeugt.
- Das erreicht man, wenn man auf die Positionen 2 und 4 genau die anderen Signale setzt als die der dritten Signalfolge. Somit kommt auf die Position 2 eine kleine Wolke und auf die Position 4 eine grosse Wolke.