

CODIERUNGEN ENTZIFFERN

ALGORITHMISCHES DENKEN IN DER PRIMARSCHULE

Enthaltene Aspekte des Algorithmischen Denkens

- | | | |
|---|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Abstraktion | <input type="checkbox"/> Algorithmen-Design | <input type="checkbox"/> Evaluation |
| <input type="checkbox"/> Generalisierung | <input checked="" type="checkbox"/> Informationsdarstellung | <input type="checkbox"/> Iterative Verbesserung |
| <input type="checkbox"/> Präzise Kommunikation | <input checked="" type="checkbox"/> Problemzerlegung | |

Fachbereiche: Mathematik · Medien und Informatik · Sprachen
Zeitaufwand: ca. 1 Lektion

Version: 18. November 2021

Zusammenfassung

Obwohl wir ihr im Lift, am Perron oder am Treppengeländer mehrmals täglich begegnen, ist sie für die meisten von uns doch nur eine unverständliche kryptische Darstellung mit Punkten – *Braille*, die Blindenschrift. In dieser Einheit beschäftigen sich die Studierenden mit dieser alternativen Textdarstellung und versuchen, eine Korrespondenz zwischen den Buchstaben der Blindenschrift und dem uns bekannten lateinischen Alphabet herzustellen.

Die Lernenden sammeln anhand einer gegebenen Menge von Wörtern in beiden Alphabeten strukturelle Erkenntnisse, die es ihnen erlauben, die zuvor unbekannte Darstellung in Braille zu entziffern. Dazu steht ihnen eine stark reduzierte Informationsbasis zur Verfügung: Es ist einzig die syntaktische Struktur der gesuchten Wörter bekannt (eine Eins-zu-Eins-Zuweisung zwischen den beiden Alphabeten wird den Lernenden nicht ausgehändigt).

Information kann unabhängig vom Inhalt auf verschiedene Arten (in verschiedenen Alphabeten) dargestellt werden. Wir sprechen dabei von verschiedenen *Codierungen*. Die Lernenden werden sich bewusst, dass dieselbe Information auf verschiedene Arten dargestellt werden kann. Unabhängig vom Alphabet bleiben gewisse strukturelle Eigenschaften immer gleich und helfen dadurch bei der Entzifferung der Codierung. Nebst Braille kann diese Einheit auch mit anderen Alphabeten gelöst werden. Griechisch, Kyrillisch oder Arabisch eignen sich genauso gut und führen jeweils zur Sensibilisierung für unterschiedliche Gesellschaftsgruppen und Kulturen.

Beispielsequenz

Biber Bruno kennt genau den richtige Ort, um sich an einem heissen Sommertag mit kühlem Eis zu erfrischen: Maulwurf Gwendolin Graber ist ein Meister seines Handwerks und verkauft das beste Eis der ganzen Stadt!

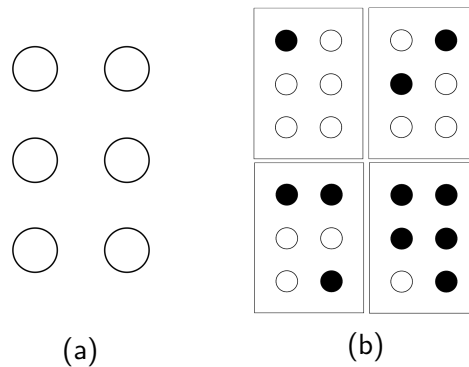


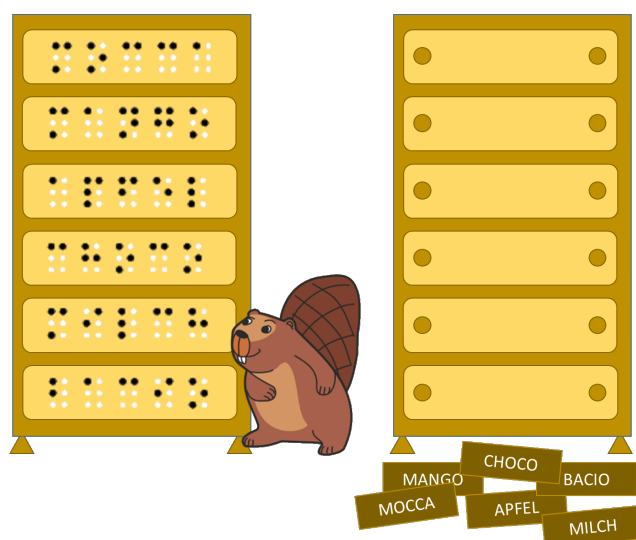
Abbildung 1. Grundmuster in Braille und vier verschiedene Buchstaben

Da der Eisverkäufer Gwendolin eine starke Sehschwäche hat und sich unter seiner Kundschaft blinde Gäste befinden, schreibt er seine verfügbaren Eissorten auf zwei Eiskarten vor seinem Geschäft aus: einmal in Blindenschrift und einmal in der uns bekannten Schrift. Beide Karten enthalten dieselben Eissorten, dargestellt in verschiedenen Schriften.

Zur Erinnerung: Die Blindenschrift besteht aus Punkte-Mustern, mit welchen sämtliche Buchstaben beschrieben werden. Sechs Punkte, drei in der Höhe und zwei in der Breite, bilden das Raster für die jeweilige Punkte-Kombination (siehe [Abbildung 1a](#)). Einzelne Punkte können von hinten durch das Papier gepresst werden und sind für den Leser direkt tastbar. Jeder Buchstabe hat so eine eindeutige Darstellung, die sich von den anderen Buchstaben unterscheidet (siehe [Abbildung 1b](#)).

Aufgabe 1

Oh weh, alle Beschriftungen der Eiskarte sind bei einem Unwetter heruntergefallen und durcheinander gekommen. Nur die Karte in Blindenschrift ist unversehrt geblieben. In welcher Reihenfolge waren die Beschriftungen ursprünglich angebracht? Finden Sie heraus, welche Wörter links und rechts auf den beiden Eiskarten zusammengehören.



Aufgabe 2

Der folgende Text zeigt einen Auszug aus einer bekannten deutschen Kindergeschichte des neunzehnten Jahrhunderts. Wer sind die Protagonisten dieser Geschichte?

• •• •• : ••••• •• •• ••• ••••• : •••••
 : •••••••••• •••••••••• •••••• ••••••
 ••••• ••••• ••••••••••• •••••• ••••• •••••••••••
 •••••••••• •••••• ••••• ••••••••••• •••••••••••

Aufgabe 3

Die bisher studierte *Basisschrift* repräsentiert jeden lateinischen Buchstaben durch ein eigenes Symbol. Die *Vollschrift* ist eine Erweiterung der Blindenschrift, die es erlaubt, Texte kürzer darzustellen. Inhaltlich ist der folgende Text identisch mit dem aus [Aufgabe 2](#).

Finden Sie die Regeln, anhand welcher die Vollschrift Information komprimiert.

• •• •• : ••••• •• •• ••• ••••• : •••••
 : •••••••••• •••••••••• •••••• ••••••
 ••••• ••••• ••••••••••• •••••• ••••• ••••••••~•••••
 •••••••••• •••••• ••••• ••••••••••• •••••••••••

Aufgabe 4

Finden Sie fünf Wörter, welche in der Basisschrift mehr Symbole enthalten als in Vollschrift. Gelingt es Ihnen, ein Wort zu finden, welches nach Anwendung der Verkürzungsregeln aus [Aufgabe 3](#) nahezu halb so lang ist als vorher?

Aufgabe 5

Wie viele verschiedene Symbole können in der Blindenschrift Braille maximal dargestellt werden?
 Sind es mehr oder weniger als in der untenstehenden Tabelle Platz finden?

○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○
○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○

Aufgabe 6

Wieso verwendet die Blindenschrift 6 Punkte und nicht nur 4 Punkte?

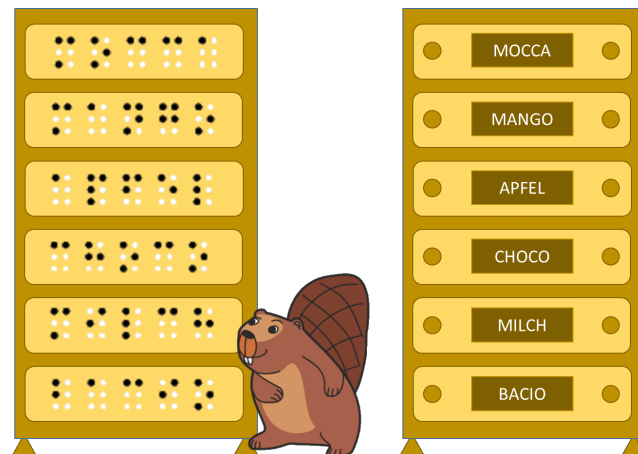
Lösungen zu den Aufgaben

Aufgabe 1

Zunächst fällt auf, dass alle Wörter dieselbe Länge haben (genau fünf Buchstaben) und somit die Wortlänge keine Hilfestellung bietet. Es ist jedoch möglich, das Rätsel zu lösen, indem die formellen Eigenschaften der einzelnen Wörter studiert werden. Wir gewinnen daraus folgende Erkenntnisse:

1. MOCCA ist das einzige Wort mit zwei identischen benachbarten Buchstaben C.
2. MOCCA, MANGO und MILCH beginnen alle mit dem Buchstaben M.
3. MANGO, CHOCO und BACIO enden alle mit dem Buchstaben O.
4. CHOCO enthält als einziges Wort den Buchstaben O mehrmals (an dritter und fünfter Stelle).
5. MOCCA, MANGO, BACIO und APFEL enthalten alle den Buchstaben A.
6. CHOCO ist das einzige Wort mit nur drei verschiedenen Buchstaben.

Anhand dieser Erkenntnisse lässt sich eine Zuweisung der einzelnen Buchstaben machen und wir erhalten die folgende Lösung:



Durch eine Häufigkeitsanalyse ist es zudem möglich, die folgende Buchstabenverteilung zu finden und so die folgenden Buchstaben direkt zu identifizieren:

1. Der Buchstabe C erscheint insgesamt 6 Mal
2. Der Buchstabe O erscheint insgesamt 5 Mal
3. Der Buchstabe A erscheint insgesamt 4 Mal
4. Der Buchstabe M erscheint insgesamt 3 Mal

Aufgabe 2

Es handelt sich um einen Auszug aus der Geschichte von *Max und Moritz*. Der Text lautet wie folgt.

ach was muss man oft von boesen
kindern hoeren oder lesen
wie zum beispiel hier von diesen
welche max und moritz hiessen

Aufgabe 3

In Basisschrift entspricht im Allgemeinen jeder Buchstabe genau einem Braillezeichen. So wird also ein Text mit 100 Buchstaben immer zu einem Text mit 100 Braillesymbolen umgewandelt. In der Vollschrift wird diese Länge typischerweise um 5% bis 10% gekürzt, indem häufige Buchstabenkombinationen zu einem eigenen Symbol zusammengefasst werden. In diesem Text erkennen wir, dass die Buchstabenkombinationen ei, ie, ch und oe zu vier separaten Symbolen zusammengefasst werden. Da diese Kombinationen in vielen Texten auftreten, führt das Zusammenfassen der Buchstaben zu einer kürzeren Repräsentation desselben Textes.

Aufgabe 4

Einige Beispiele von Wörtern, die in Vollschrift kürzer sind als in der Basisschrift:

1. Heiligkeit
2. Weisheit

3. Liebelei
4. Weihrauch
5. Sonnenschein

Einige Beispiele von Wörtern, welche in Vollschrift auf fast die Hälfte der Länge komprimiert werden, sind beispielsweise die folgenden: «Weichei», «Eiche» und «Streich».

Aufgabe 5

In der Blindenschrift wird jeder Buchstabe dargestellt durch 6 Punkte. Jeder dieser Punkte kann jeweils zwei Zustände annehmen: eingedrückt oder nicht eingedrückt. Es ergeben sich somit

$$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^6 = 64$$

verschiedene Symbole. Die gegebene leere Tabelle enthält Platz für 70 Symbole und somit finden alle Symbole der Blindenschrift in der Tabelle Platz. Wer die gesamte Tabelle mit Symbolen gefüllt hat, sollte sich diese noch einmal genauer ansehen und wird unter den Symbolen mehrerer doppelte entdecken.

Aufgabe 6

Wenn die Blindenschrift nur aus 4 Punkten bestehen würde, könnten viel weniger Symbole dargestellt werden. Mit 6 Punkten lassen sich, wie in der Lösung zu [Aufgabe 5](#) gesehen, 64 verschiedene Symbole darstellen. Mit 4 Punkten wären es nur noch

$$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 2^4 = 16$$

verschiedene Symbole. Eine Blindenschrift mit nur 4 Punkten würde somit nicht einmal ausreichen, um alle 26 Buchstaben des lateinischen Alphabets darzustellen.

Didaktischer Kommentar

Die Motivation, Braille zu analysieren, ist vielfältig: Einerseits erweitert es den Horizont der Lernenden; sie setzen sich bewusst mit einem sie täglich umgebenden System auseinander, dem sie als sehende Menschen oft kaum Beachtung schenken. Dieses System zu studieren und zu analysieren leistet einen wertvollen gesellschaftlichen Beitrag an die Allgemeinbildung. Weiter untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Zusammenhänge der deutschen Sprache. Dieselben Inhalte können mittels verschiedener Codierungen (in diesem Kontext *Alphabete*) eine unterschiedliche Darstellungsform annehmen. Die strukturellen Eigenschaften der Informationen sind in beiden Darstellungsformen enthalten.

Diese Unterrichtseinheit eignet sich als fächerübergreifendes Element um die Fachbereiche Sprache, Mathematik und Informatik zu verbinden. Mittels geeigneter Vor- oder Nacharbeit kann der Baustein auch in einem gesellschaftlichen Kontext verwendet werden.

Der Baustein kann für verschiedene Niveaus differenziert werden. Die Differenzierung in [Aufgabe 1](#) geschieht hauptsächlich über die Auswahl der zur Verfügung gestellten Wörter. Im Folgenden zeigen wir Differenzierungen für drei verschiedene Niveaus:

einfach	mittel	schwierig
Kiwi (4 Buchstaben)	Apfel (5 Buchstaben)	Tomate (6 Buchstaben)
Kaki (4 Buchstaben)	Mocca (5 Buchstaben)	Mandel (6 Buchstaben)
Tomate (6 Buchstaben)	Milch (5 Buchstaben)	Kandis (6 Buchstaben)
Gurken (6 Buchstaben)	Mango (5 Buchstaben)	Zucker (6 Buchstaben)
Lollipop (8 Buchstaben)	Bacio (5 Buchstaben)	Spinat (6 Buchstaben)
Cocacola (8 Buchstaben)	Choco (5 Buchstaben)	Hirsch (6 Buchstaben)

In diesem Baustein haben wir eine Aufgabe mittlerer Schwierigkeit gezeigt. Das Niveau kann nach unten angepasst werden, indem Wörter verschiedener Länge verwendet werden (die Lernenden führen mit der Wortlänge eine Vorauswahl durch und reduzieren so die Komplexität der Aufgabe).

Im Anschluss werden strukturelle Eigenschaften der untersuchten Wörter notiert: Die Existenz von Doppelbuchstaben (wie in MOCCA) hilft ebenso wie einfache zu erkennende Strukturen (beispielsweise in BONBON). Wörter mit denselben Anfangs- oder Endbuchstaben lassen eine weitere Problemzerlegung zu. Falls mittels Problemzerlegung keine eindeutige Zuteilung gefunden werden kann, bietet sich eine Häufigkeitsanalyse an, welche untersucht, wie häufig die verschiedenen Buchstaben vorkommen. Der häufigste Buchstabe kann dann dem am häufigsten vorkommenden Symbol zugeordnet werden.

Die Unterrichtseinheit enthält die folgenden Aspekte des algorithmischen Denkens.

- **Abstraktion**

Bei der Repräsentation von Buchstaben in verschiedenen Schriften können sowohl relevante wie auch irrelevante Gesichtspunkte betrachtet werden. In dieser Aufgabe müssen wir uns beispielsweise nicht damit auseinandersetzen, wie viele Punkte weiss respektive schwarz eingefärbt sind (denn sowohl 0 wie auch H haben beide drei schwarze und drei weisse Punkte; nur mit der Anzahl eingefärbter Punkte können wir die Symbole somit nicht eindeutig den Buchstaben zuordnen).

- **Informationsdarstellung**

Dieselbe Information kann auf viele verschiedene Arten dargestellt werden. In dieser Einheit befassen wir uns mit einer alternativen Darstellung der lateinischen Schrift, welche auch als Blindenschrift bekannt ist.

- **Problemzerlegung**

Um die Äquivalenz zwischen Wörtern der beiden Darstellungen möglichst effizient zu entdecken, versuchen wir, die Menge der möglichen Kandidaten geschickt zu reduzieren. Um eine Zuordnung eines bestimmten Wortes in der lateinischen Schrift zu finden, betrachten wir beispielsweise nur diejenigen Wörter mit demselben Anfangsbuchstaben, derselben Länge oder derselben inneren Struktur. So zerlegen wir das gesamte Problem in kleinere Probleme, welche sich leichter lösen lassen.

Quellenangaben und weiterführende Literatur

1. Louis Braille: *Procédé pour écrire les paroles, la musique et le plain-chant au moyen de points, à l'usage des aveugles et disposés pour eux*. 1829.
2. Madeleine Seymour Loomis. *Standard English Braille in Twenty Lessons*. 1934.

3. Birgit Adam. *Das Buch der Blindenschrift: Schriften*. Praxis. Wörterbuch mit geprägtem Braille-Alphabet. marix Verlag, 2009.

Abbildungsverzeichnis

- Das Biberbild wurde angefertigt von Vaidotas Kincius.
- Alle restlichen Bilder wurden von der Autorin erzeugt.