

## Schriftlicher Unterrichtsentwurf am Arbeitsbereich Di- daktik der Informatik der WWU Münster<sup>1</sup>

<b>Erstellt von:</b>	<input type="text" value="REDACTED"/>
<b>Matrikelnummer:</b>	<input type="text" value="REDACTED"/>
<b>Mastersemester:</b>	<input type="text" value="4"/>
<b>Zeitung (min):</b>	<input type="text" value="ca. 90 Minuten"/>
<b>Klasse:</b>	<input type="text" value="4"/>
<b>Thema der Stunde:</b>	<input type="text" value="Wir zählen wie Roboter"/>
<b>Thema der Reihe:</b>	<input type="text" value="Wie funktionieren Roboter?"/>

<sup>1</sup> Diese Vorlage basiert auf dem Dokument Schriftliche Arbeit mit Kommentar (Stand 03/2013) des Zentrums für schulpraktische Lehrerbildung Krefeld (ZfsL), Seminar für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen.

# Inhaltsverzeichnis

Schriftliche Planung des Unterrichts.....	1
1. Ziele und angestrebte Kompetenzen.....	1
2. Didaktische Schwerpunkte.....	5
3. Artikulationsschema .....	11
Anhang .....	III
Versicherung .....	XXII
Verwertungsrechte .....	XXII

# Schriftliche Planung des Unterrichts

## 1. Ziele und angestrebte Kompetenzen

### Ein operationalisiertes Stundenziel/Kernanliegen mit Indikator:

Die Schülerinnen und Schüler (SuS) sollen...

- mit Hilfe des Dezimalsystems und des Binärsystems erläutern, dass Zahlen auf verschiedene Weisen dargestellt werden können.
- beschreiben und veranschaulichen, wie das binäre Zahlensystem funktioniert.

Sie zeigen dies, indem sie...

- im Einstieg äußern, dass die Zahlen in der Nachricht des Roboters den Aussagen im Text widersprechen<sup>2</sup> und in das Dezimalsystem umgewandelt werden müssen. Am Ende der Unterrichtseinheit beschreiben sie, dass das römische Zahlzeichen V zu einem weiteren Zahlensystem gehört.
- Zahlen des Binärsystems ins Dezimalsystem umwandeln und umgekehrt.

### Drei bis fünf operationalisierte Teilziele mit Indikatoren:

Die SuS sollen...

- sich erschließen, dass Vereinbarungen notwendig sind, um Daten zu codieren und zu decodieren.

Sie zeigen dies, indem sie...

- im Einstieg beschreiben, dass die Zahlen in der Nachricht des Roboters in einer für sie zunächst unverständlichen „Computer/Roboter-Sprache“ geschrieben sind und in der Reflexionsphase anhand der gemachten Erfahrung begründen, dass ein Verständnis des Zahlensystems notwendig ist, um Informationen über den Roboter (Zahl-Werte) aus der Nachricht entnehmen und Zahlen selbst binär darstellen zu können.

Die SuS sollen...

- sich erschließen, dass das Binärsystem ein Stellenwertsystem ist und seinen Aufbau erschließen.

Sie zeigen dies, indem sie...

- auf den Arbeitsblättern festhalten, dass im Binärsystem nur die Ziffern 0 und 1 vorkommen, die Stellenwerttafel um die fehlenden Punktebilder und Zahlen ergänzen und eintragen, dass sich mit jeder weiteren Stelle, die links hinzugefügt wird, der Stellenwert verdoppelt.
- das eigenständig erarbeitete Zahlensystem in ihren Worten ihren Gruppenmitgliedern und ggf. im Plenum erklären.

Die SuS sollen...

- Zahlen des Binärsystems ins Dezimalsystem umwandeln.

Sie zeigen dies, indem sie...

<sup>2</sup> Die Kinder nehmen zunächst den binären Zahl-Bezeichner als einen dezimalen Zahl-Bezeichner wahr und interpretieren den Zahl-Wert der Ziffernfolge dementsprechend fehl (KW05, 33). Zum Beispiel ordnen sie dem binären Zahlbezeichner  $10_2$  den Wert 10 und nicht 5 zu. Die Aussagen in der Nachricht des Roboters stehen im Widerspruch zu den fehlinterpretierten Zahl-Werten.

- auf den Arbeitsblättern die Binärzahlen aus dem Steckbrief des Roboters in die Stellenwerttafel übertragen, die besetzten Stellen addieren und die Dezimalzahl notieren.
- die Binärzahlen aus dem Steckbrief eines anderen Kindes eigenständig mit Hilfe von Punktekärtchen und der Stellenwerttafel in Dezimalzahlen umwandeln und in der passenden Spalte notieren.

Die SuS sollen...

- Zahlen des Dezimalsystems in Binärzahlen umwandeln und den dahinterliegenden Algorithmus beschreiben, veranschaulichen und befolgen.

Sie zeigen dies, indem sie...

- im Plenum beschreiben, dass es sich um ein schrittweises Verfahren handelt. Sie erläutern in eigenen Worten das Vorgehen: Es wird links begonnen. Für jede Karte gilt: Ist die Anzahl der Punkte auf der Karte höher als die Anzahl der (verbleibenden) darzustellenden Punkte, wird die Karte umgedreht. Ansonsten bleibt die Karte aufgedeckt. Die Anzahl der Punkte auf der Karte wird von der Anzahl der verbleibenden Punkte abgezogen.
- Fakten über sich selbst in Binärzahlen in ihrem Steckbrief in der passenden Spalte notieren.

### Geförderte Kompetenzbereiche:

In der Unterrichtseinheit wird ein Beitrag zur langfristigen Entwicklung von inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen aus der Mathematik und Informatik geleistet.

Die **inhaltsbezogenen Kompetenzen** lassen sich dem *Bereich „Information und Daten“* aus dem Dokument „Kompetenzen für informatische Bildungen im Primarbereich“ der Gesellschaft für Informatik (GI) zuordnen (GI19, 9). Ebenfalls, aber in geringerem Maße, wird der *Bereich „Algorithmen“* aus den Empfehlungen der GI berücksichtigt (GI, 9f.). Aus dem Lehrplan Mathematik für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen (NRW) wird der *Bereich „Zahlen und Operationen - Zahlverständnis“* angesprochen (MSB21, 85). Bundeslandunspezifisch ist die Förderung der Kompetenzen aus dem beinahe gleichnamigen *Bereich „Zahlen und Operationen – Zahldarstellungen und Zahlbeziehungen verstehen“* aus den Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich der Ständigen Konferenz der Kultusminister (KMK) (KMK05, 9).

Die **prozessbezogenen Kompetenzen** können den Bereichen *„Kommunizieren und Kooperieren“* und *„Darstellen und Interpretieren“* aus dem Dokument der GI zugeordnet werden (GI19, 9). Des Weiteren werden mathematische Kompetenzen aus den Bereichen *„Problemlösen“*, *„Kommunizieren“* und *„Darstellen“* angesprochen, die sich in den Bildungsstandards der KMK (KMK05, 7) und dem Lehrplan Mathematik NRW (MSB21, 82ff.) wiederfinden.

**Hierdurch sollen folgende Kompetenzen gefördert werden:**

---

Im Folgenden werden die Kompetenzen ausgewiesen, die durch die Unterrichtseinheit aus den oben genannten Bereichen der Mathematik (KMK05) und Informatik (GI19) gefördert, vertieft und ausgebaut werden. Dabei ist zu beachten, dass die zu entwickelnden Kompetenzen immer aus einer Verknüpfung von Inhalt und Prozess bestehen (GI19, 7). Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden die Bereiche im Folgenden einzeln betrachtet.

### **Inhaltsbereiche Informatik (GI19, 13ff.)**

#### *Bereich „Information und Daten“*

Die SuS interpretieren binär dargestellte Daten, um Informationen über einen Roboter zu erhalten. Sie leiten aus einem Beispiel ab, „dass Vereinbarungen notwendig sind, um Daten zu codieren und zu decodieren“ (GI19, S. 13) und geben dies im Austausch mit der Klasse wieder. Sie schaffen den Transfer zu anderen Zahlensystemen, indem sie am Ende der Unterrichtseinheit beschreiben, dass römische Zahlen ebenfalls nur interpretiert werden können, wenn der Aufbau des Zahlensystems bekannt ist. Das neu erworbene Wissen wenden die SuS praktisch an, indem sie Informationen über sich in einem Steckbrief in Form von Binärzahlen festhalten und die Zahlen im Steckbrief eines mitlernenden Kindes ins Dezimalsystem umwandeln.

#### *Bereich „Algorithmen“*

Aus dem Bereich „Algorithmen“ (GI19, 13f.) werden Kompetenzen angebahnt, die in folgenden Unterrichtseinheiten vertieft werden können. Die Umwandlung von dezimalen in binäre Zahlen erfolgt über einen Algorithmus, den die Kinder gemeinsam mit der Lehrkraft im Unterrichtsgespräch erarbeiten, in Worte fassen, visualisieren und erklären. Im zweiten Teil der Unterrichtseinheit wenden sie den Algorithmus an, um ihren Steckbrief auszufüllen. Da der Inhaltsbereich „Information und Daten“ (GI19, 13) neben weiteren mathematischen Bereichen den Kern der Unterrichtseinheit bildet, wird die Kompetenz des Entwerfens, Realisierens und Testens von Algorithmen und die Beschreibung der Grundbausteine nicht konkret gefördert.

### **Prozessbereich Informatik (GI19, 8f.)**

#### *Bereich „Kommunizieren und Kooperieren“*

Im Sinne des kooperativen Lernens tauschen sich die Kinder in heterogenen Kleingruppen über die informatischen und mathematischen Sachverhalte, ihre Denkprozesse und Vorgehensweisen aus (PI17a, 1). In der Mathekonferenz und den Plenumsgesprächen können die Kinder ihre bereits vorhandenen sozialen und kommunikativen Fähigkeiten ausbauen.

#### *Bereich „Darstellen und Interpretieren“*

Eng verknüpft mit dem Bereich der Kommunikation und Kooperation ist die Darstellung und Interpretation von Arbeitswegen und -ergebnissen. Den Aufbau des Binärsystems stellen die SuS in mündlicher Form zunächst ihren Gruppenmitgliedern vor, vollziehen die Darstellungen der anderen Kinder nach und erstellen gemeinsam eine geeignete Präsentation für das Plenumsgespräch. Sie greifen auf sogenannte Forschermittel zur Visualisierung zurück (PI17b).

### **Inhaltsbereich Mathematik**

Im nächsten Abschnitt wird auf Kompetenzerwartungen der Bildungsstandards Mathematik eingegangen (KMK05). Es werden zusätzlich weitere intendierte Lernergebnisse benannt, die über die ausgewiesenen Erwartungen hinausgehen. Des Weiteren wird der Lehrplan NRW trotz seiner Bindung an ein Bundesland berücksichtigt, da konkret Kompetenzen beschrieben werden, die mit der Unterrichtseinheit angestrebt werden (MSB21).

#### *Bereich „Zahlen und Operationen“*

In den Bildungsstandards wird im Bereich „Zahlen und Operationen – Zahldarstellungen und

Zahlbeziehungen verstehen“ die inhaltsbezogene mathematische Kompetenz beschrieben, den Aufbau des dezimalen Stellenwertsystems zu verstehen, Zahlen auf verschiedene Weise darzustellen und zueinander in Beziehung zu setzen (KMK05, 9). Diese vorhandene Kompetenz der Kinder wird gezielt aufgegriffen und ausgebaut durch den Vergleich des dezimalen Stellenwertsystems mit dem Binärsystem. Sie ist gleichzeitig Voraussetzung für das Verständnis des Aufbaus des Binärsystems. In Anlehnung an ein von der KMK formuliertes Ziel bezüglich des Dezimalsystems (KMK05, 9) wird in der Unterrichtseinheit die Kompetenz gefördert, Zahlen mit bis zu acht Stellen unter Anwendung der Struktur des Binärsystems darzustellen. Die SuS erarbeiten sich hierzu das Prinzip der Bündelung und die Stellenwertschreibweise. Im Lehrplan NRW wird im Bereich „Zahlen und Operationen – Zahlverständnis“ die zentrale Kompetenz der Unterrichtseinheit benannt: „Die Schülerinnen und Schüler wandeln Zahlen des Dezimalsystems in Zahlen des Binärsystems um und umgekehrt“ (MSB21, 86).

### **Prozessbereich Mathematik**

Allgemeine mathematische Kompetenzen werden durch die Arbeitsaufträge, Methoden und Sozialformen gefördert.

#### *Bereich „Problemlösen“*

Die Kinder erkennen Zusammenhänge zwischen dem Dezimalsystem und dem Binärsystem, nutzen diese und übertragen das Prinzip der Bündelung und die Stellenwertschreibweise auf das neue Zahlensystem (KMK05, 7). Sie bearbeiten die Aufgabenstellungen eigenständig und treten dann in Austausch mit anderen (MSB21, 82). Ihre Problemlösekompetenz wird ausgebaut.

#### *Bereich „Kommunizieren“*

Die SuS bearbeiten die Aufgaben zur Nachricht des Roboters gemeinsam und halten die Regeln der Mathekonferenz ein. Im Bereich „Kommunizieren und Kooperieren“ (GI19, 9) wurden die angestrebten Lernziele näher beschrieben, da sie von zentraler Bedeutung für eine erfolgreiche Aneignung von informatischen und mathematischen Inhalten sind.

#### *Bereich „Darstellen von Mathematik“*

Die oben beschriebenen und unter dem Bereich „Darstellen und Interpretieren“ der GI (GI19, 9) aufgelisteten Kompetenzen können auch in den Bildungsstandards (KMK05, 8) und in dem Bereich „Darstellen“ des Lehrplans NRW (MSB21, 84f.) wiedergefunden werden.

## 2. Didaktische Schwerpunkte

Die Unterrichtseinheit wird in einem vierten Schuljahr durchgeführt. Die SuS sind dementsprechend mit der Darstellung von Zahlen bis 1.000.000 im Dezimalsystem vertraut (MSB21, 86). Weitere Zahlensysteme, wie z.B. das Römische, wurden bisher nicht behandelt. Das Binärsystem wird neu eingeführt. Es kann somit nicht auf bereits entwickelte Kompetenzen aus dem Inhaltsbereich „Information und Daten“ der GI (GI19, 12f.) zurückgegriffen werden. Abhängig von den fehlenden Vorkenntnissen der SuS werden aus diesem Bereich sowohl Kompetenzen gefördert, die für das Ende des zweiten als auch für das des vierten Schuljahres vorgesehen sind. Da das Verständnis der wesentlichen Prinzipien des dezimalen Stellenwertsystems auch das des Binärsystems erleichtert, wurde in der vorherigen Unterrichtsstunde das flexible Übersetzen zwischen verschiedenen Zahlrepräsentationen (anschauliche, verbal-symbolische und schriftlich-symbolische Zahldarstellung) geübt, wodurch die Entwicklung eines tragfähigen Stellenwertverständnisses gefördert wird (PI14).

In der Auseinandersetzung mit informatischen Themengebieten im Mathematik- und Sachunterricht haben die SuS großes Interesse gezeigt.

In der Unterrichtseinheit wird auf Methoden, Sozialformen und Medien zurückgegriffen, die bereits bekannt sind. Regelmäßig werden Mathekonferenzen abgehalten, wodurch der Ablauf routiniert verläuft. Bei auftretenden Unsicherheiten bezüglich der Reihenfolge nutzen die Kinder die am Smartboard eingeblendete Übersicht zur Mathekonferenz. Kontinuierlich erhalten die Kinder die Gelegenheit in kooperativen Lernformen zu arbeiten. Entsprechend vertraut ist die Klasse mit den Regeln zum Verhalten in Gruppenarbeiten. Für Besprechungen im Plenum finden sich die SuS zügig im fest installierten Sitzkreis aus Bänken vor dem Smartboard ein. In sämtlichen Unterrichtsfächern wird der Sitzkreis häufig für Einstiege und Reflexionsphase genutzt. Dadurch ist die Beteiligung an Diskussionen im Sitzkreis recht hoch. Die Präsentation von Ergebnissen vor der Klasse fällt einigen Kindern noch schwer.

Das Binärsystem ist neben dem Dezimalsystem eines der bekanntesten Stellenwertsysteme. Zum Verständnis dieser Systeme sind zwei Prinzipien von Bedeutung: das Bündelungs- und das Stellenwertprinzip (KR18). Das *Bündelungsprinzip* besagt, dass die Elemente einer vorgegebenen Menge zu gleichmächtigen Teilmengen zusammengefasst werden. Dabei bestimmt die Basis die Mächtigkeit der Teilmengen. Das Binärsystem wird auch Dualsystem genannt, da es die Basis 2 hat. Demzufolge kennt es nur die Ziffern 0 und 1 und nicht die Ziffern 0 bis 9 wie das Dezimalsystem mit der Basis 10. Das *Stellenwertprinzip* sagt aus, dass der Wert einer Ziffer eindeutig durch seine Position in der Zahl festgelegt wird. Die Ziffer verrät die Anzahl der Bündel und die Stelle, an der die Ziffer steht, zeigt die Bündelungseinheit an.

Jede Ziffernfolge im Binärsystem kann in eine dezimale Notation umgewandelt werden. Dafür ist ein Algorithmus notwendig: „Durchlaufe die Ziffern von links nach rechts und beginne mit dem Zwischenergebnis null. Addiere jede Ziffer zu Deinem Zwischenergebnis und verdoppele dieses anschließend. Nur im letzten Schritt wird nicht verdoppelt.“ (WE18, 19). Die Konvertierung von einer dezimalen in eine binäre Darstellung erfolgt über die wiederholte Division durch 2 bis das Ergebnis 0 ist. Die Reste der einzelnen Divisionsaufgaben werden anschließend in umgekehrter Reihenfolge notiert (WE18, 19).

Computer verwenden Binärzahlen, um Daten darzustellen und Informationen zu speichern. In einer Speicherzelle, einem elektronischen Schaltkreis, wird dafür ein hoher oder ein niedriger Spannungspegel eingestellt. Zahlen, Bilder, Texte und alles

**Lehr- und  
Lernausgangslage  
der SuS**

**Begrenzte  
Sachanalyse  
des U.-  
gegenstandes**

weitere werden in Form von binären Einheiten, also Einsen und Nullen, gespeichert. Abgekürzt bezeichnet man sie als Bits (KW05, 18).

Auf Grund der fachlichen Komplexität des Unterrichtsgegenstandes wird eine didaktische Reduktion vorgenommen. Die Aufbereitung des Arbeitsmaterials ermöglicht eine eigenständige schrittweise Erarbeitung des Aufbaus des binären Zahlensystems. Mathematische Fachbegriffe zur Beschreibung des Zahlensystems – wie Basis, Potenz, Teilmenge – werden nicht eingeführt, da sie für das Verständnis des Zahlensystems und für die Kommunikation über dieses nicht obligatorisch sind. Stattdessen werden Bezeichnungen aufgegriffen, die durch die Behandlung des Dezimalsystems bereits bekannt sind, wie z.B. Stelle und Ziffer. Auch die Algorithmen zur Umwandlung von Zahlen aus dem einen System ins andere werden verändert. Während die Durchführung dieser Verfahren für Kinder eines vierten Schuljahres nicht zu anspruchsvoll ist, ist es die Herleitung. Aus diesem Grund werden die Stellenwerte nicht als Potenzen von 2, sondern als Verdopplungen der vorherigen Stelle beschrieben. Sie werden durch Punktebilder auf Karten veranschaulicht. Der Zahl-Wert der Stelle wird zusätzlich durch die dezimale Zahl-Bezeichnung gekennzeichnet. Statt mit symbolischen Algorithmen zu arbeiten, können die Kinder aktiv-entdeckend auf enaktiver und ikonischer Ebene Vorgänge zur Umwandlung der Zahlen finden, beschreiben und darstellen.

Auch bei der Thematisierung, wie Computer Daten darstellen und Informationen speichern, wird vereinfacht von „Strom an“ und „Strom aus“ gesprochen. Für das Ziel der Unterrichtseinheit ist ein basales Verständnis ausreichend, das im Sachunterricht beispielsweise im Zusammenhang von Stromkreisläufen oder einer Erarbeitung des Aufbaus und der Funktion von Computern vertieft werden kann. Das erworbene Wissen kann aufgegriffen und durch Fachbegriffe – wie z.B. Bytes – erweitert werden.

Durch die an das Alter der Lernenden und ihr Vorwissen angepassten Beschränkungen auf wesentliche Elemente wird der intrinsic cognitive load (VPS10) verringert und ein Lernen in der Zone der nächsten Entwicklung (VVB10) möglich.

Die Auseinandersetzung mit Binärzahlen, die Computer zur Darstellung von Daten verwenden, lässt sich, wie im vorausgegangenen Kapitel dargelegt, mit curricularen Vorgaben für den Primarbereich begründen. Die Unterrichtseinheit zeigt exemplarisch auf, dass Zahlwerte mit unterschiedlichen Systemen repräsentiert werden können. Sie fördert das Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise von Computern und die Entwicklung einer tragfähigen Zahlvorstellung. Dadurch werden inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen aus den Fächern Mathematik und Informatik abgedeckt, die sich im Lehrplan Mathematik NRW (MSB21), den KMK-Beschlüssen (KMK05) und den GI-Richtlinien (GI19) wiederfinden und teilweise über diese hinausgehen. Durch die Auswahl des Binärsystems aus den verschiedenen Systemen, die in unterschiedlichen Kulturen genutzt werden (Maya, Römer, etc.), wird der informatische Bereich „Information und Daten“ (GI19, 9) mit dem mathematischen Bereich „Zahlen und Operationen“ (MSB21, 86) verbunden. Kompetenzen aus weiteren Bereichen, wie z.B. „Algorithmen“ (GI19, 9f.), werden angebahnt, aber spiegeln nicht den Kern der Unterrichtseinheit wider. Auf prozessbezogener Ebene stehen die fächerübergreifend für den Lernertrag wichtigen Kompetenzen des Kommunizierens und Darstellens (KMK05, 7) im Vordergrund. Die Kinder tauschen sich in verbaler und schriftlicher Form in Kleingruppen und im Plenum über ihre Denkprozesse, Vorgehensweisen und Ergebnisse aus.

**Legitimation  
des Vorhabens  
durch  
curriculare  
Vorgaben**



SuS nutzen Informatiksysteme, wie beispielsweise Computer, Tablets und Spielekonsolen, im Alltag. Auch in der Grundschule und weiteren Bildungseinrichtungen nimmt der Einsatz von digitalen Medien für das Lernen immer weiter zu. In vielen Berufen werden Anwendungskompetenzen von Informations- und Kommunikationstechnologien und Medien- und grundlegende Informatikkompetenzen erwartet. Häufig nehmen die SuS die Computersysteme nur aus rein funktionaler Sicht wahr. Ein Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise von informationsverarbeitenden Systemen liegt nicht vor. Die Unterrichtseinheit setzt an dieser Stelle an und bildet den Grundstein für den Erwerb weiterführender informatischer Kompetenzen. Langfristiges Ziel ist nicht nur die kompetente Nutzung von Informatiksystemen, sondern auch deren Gestaltung (MKR19).

**Relevanz für die SuS**

Für ein erfolgreiches schulisches Lernen ist der Aufbau eines tragfähigen dezimalen Stellenwertverständnisses von hoher Relevanz und zählt somit zu den wichtigsten mathematischen Lerninhalten der Grundschule. Empirische Untersuchungen zeigen allerdings, dass viele Lernende in diesem Bereich Schwierigkeiten haben, wodurch ihnen wichtige Kompetenzen fehlen, um dem Mathematikunterricht der Sekundarstufe I folgen zu können (HS21, 14). Die Auseinandersetzung mit dem Stellenwertprinzip mit einer anderen Grundzahl als 10 unterstützt das Verständnis und die sichere Beherrschung des dekadischen Systems (LA79, 79). Auch die Einsicht, dass Zahlen das Ergebnis eines Abstraktionsprozesses sind, wird unterstützt, indem die SuS eine dekadische und eine nichtdekadische Darstellung für eine natürliche Zahl kennenlernen.

Der **Einstieg** in die Unterrichtseinheit gestaltet einen Kontext, der kindgerecht in das Thema der Binärzahlen einführt und die Lernenden auf das Problem stößt, dass sie ohne Wissen über den Aufbau des Zahlensystems keine vom Computer dargestellten Informationen verstehen können. Die Klasse erhält eine fiktive Nachricht von einem Roboter namens „Robo-Zwei“. Dieser möchte die Klasse in der folgenden Stunde besuchen. Im Text beschreibt er sich. Die Aussagen wurden so formuliert, dass sie im Widerspruch zu den Zahl-Werten stehen, wenn die SuS die binären Zahl-Bezeichner als duale Zahl-Bezeichner fehlinterpretieren. Ziel ist, die Kinder zum Nachdenken anzuregen und Motivation für die Erarbeitung des Aufbaus des Binärsystems zu schaffen. Die Einsicht in die Notwendigkeit von Vereinbarungen zur Codierung und Decodierung von Daten wird angebahnt.

**Begründung der wichtigsten Entscheidungen des geplanten Unterrichts**

Um in den folgenden Stunden die Kompetenzen zu Algorithmen mit der Hilfe von Bee-Bots auszubauen, kommt die Nachricht nicht von einem Computer, sondern einem Roboter, der zwei Bee-Bots als Haustiere hält.

In der Geschichte wird eine Forscherin, Frau Informatik, eingeführt, die in der Unterrichtseinheit durch die Materialien leitet. Es soll den geschlechtsspezifischen Stereotypen entgegengewirkt werden, dass Frauen kein Interesse an Informatikthemen haben (GI19, 4) und nicht in naturwissenschaftlichen Berufen arbeiten.

Die **Erarbeitung** des Aufbaus des binären Zahlensystems ist komplex. Das Lernmaterial wurde so gestaltet, dass der extraneous cognitive load möglichst geringgehalten wird, wodurch der germane cognitive load unterstützt wird (VPS10).

Die Forscherin leitet schrittweise durch die Arbeitsblätter und stellt kognitiv aktivierende Fragen. Zunächst erarbeiten die Kinder sich die Basis des Zahlensystems, indem sie aus der Nachricht des Roboters ableiten, dass nur die Ziffern 1 und 0 verwendet werden. Anschließend wird die bereits bekannte Stellenwerttafel des Dezimalsystems für einen Transferprozess visualisiert. Die Stellen werden benannt (Einer,

Zehner, etc.), ikonisch dargestellt (Punkt, Strich, Kasten) und die Potenz wird durch die Multiplikation mit 10 veranschaulicht. Die „Stellenwerttafel des Roboters“ ist grafisch ähnlich gestaltet und teilweise ausgefüllt. Die Stellenwerte im Binärsystem erarbeiten sich die Kinder, indem sie das Muster in der Stellenwerttafel erkennen und vervollständigen. Sie ergänzen Punktebilder und den Wert der jeweiligen Stelle als Dezimalzahl. Die Umwandlung von binär dargestellten Zahlen in Dezimalzahlen wird über einen Widerspruch aus der Nachricht von Robo-Zwei vermittelt. Der Roboter hat auf der Abbildung ein Herz neben sich, in dem eine 5 steht. Allerdings schreibt er, dass seine Lieblingszahl die 101 sei. Die Kinder tragen die Binärzahl 101 in die Stellenwerttafel ein. Darunter sind leere Kästchen vorgegeben, in die eine Additionsaufgabe mit zwei Summanden eingetragen werden soll. Es wurde eine kleine Zahl mit zwei Summanden gewählt, so dass auch den leistungsschwächeren SuS auffällt, dass die Addition der Stellenwerte (4 und 1), die mit einer 1 besetzt sind, 5 ergibt. Im Anschluss erhalten die SuS die Möglichkeit, die Umwandlung von Binärzahlen in Dezimalzahlen eigenständig zu üben. Die Stellenwerttafel, die Kästchen für die Addition und einige Ziffern sind vorgegeben, um die SuS nicht zu überfordern und die Verstehensprozesse zu unterstützen.

Die Erarbeitung findet in einer Mathekonferenz statt. Diese Methode ist den SuS bekannt, wodurch eine zeitaufwendige Einführung wegfällt. Die strukturierte Kooperationsform fördert die sachbezogene Kommunikation unter den Kindern (PI17a). Es wird ein Lernen von- und miteinander möglich, wenn die SuS sich gegenseitig ihre Entdeckungen beschreiben und die Gedankengänge ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler nachvollziehen. Mit dieser Methode kann sichergestellt werden, dass sich jedes Kind zunächst eigenständig Gedanken macht, aber bei Bedarf kann es anschließend Fragen in der Kleingruppe klären.

Um der Heterogenität der Schülerschaft gerecht zu werden, stehen Tippkarten für die SuS zur Verfügung, die mehr Unterstützung benötigen. Auf den Karten stehen weitere Informationen, Beispiele und Erklärungen. Ein Video kann über ein bereitstehendes iPad angesehen werden. Jedes Kind kann sich auch ausgeschnittene Punktekärtchen nehmen, wenn es enaktiv arbeiten möchte. Diese können umgedreht werden, wenn die Stelle nicht besetzt ist, also der „Strom aus“ ist und eine 0 notiert wird. Für leistungsstarke und schnellere Kinder liegen sogenannte Fuchs-Aufgaben bereit. Diese regen zum weiterführenden Denken an. Stellen diese Kinder ihre Ergebnisse in der Präsentationsphase vor, profitieren auch ihre Mitschülerinnen und Mitschüler.

Die dritte Phase der Mathekonferenz beinhaltet die **Präsentation** der Ergebnisse. Die prozessbezogenen Kompetenzen des Kommunizierens und Darstellens werden gefördert. Kinder, die noch unsicher beim Präsentieren sind, werden durch den Rückhalt aus der Gruppe und den vorherigen Austausch in dieser ermutigt, sich ebenfalls zu beteiligen. Auch Lernende mit Deutsch als Zweitsprache erlangen Sicherheit durch die Formulierung der Ergebnisse im geschützten Raum der Kleingruppe.

Zur **Sicherung** wird das Vorgehen zur Umwandlung von Binär- in Dezimalzahlen im Plenum anhand von 2-3 Beispielen besprochen und geübt. Die Kinder zeigen mit Hilfe ihres Daumens, ob sie ein richtiges oder falsches Ergebnis haben. Dadurch kann die Lehrkraft zügig den aktuellen Lernstand aller Kinder erfassen. Treten bei mehreren SuS Schwierigkeiten auf, kann ein Kind, das den Prozess verstanden hat, diesen in seinen Worten beschreiben. In der folgenden Arbeitsphase kann die Lehrkraft außerdem gezielt Kinder unterstützen, die in der Sicherungsphase noch unsicher waren. Der Algorithmus zur Umwandlung von Dezimal- in Binärzahlen ist schwieriger,

weshalb dieser gemeinsam im Sitzkreis erarbeitet wird. Am Smartboard wird das Vorgehen mit Hilfe der Punktekärtchen und Glühbirnen für „Strom an“ (1) und „Strom aus“ (0) veranschaulicht. Die Übersicht für den Algorithmus bleibt in der folgenden Arbeitsphase sichtbar.

In der zweiten **Erarbeitungsphase** steht die Anwendung des neu erworbenen Wissens, also die Befolgung der Algorithmen zur Umwandlung der Zahlen, im Vordergrund. Die SuS füllen Steckbriefe über sich aus, in die Binärzahlen eingetragen werden müssen (Alter, Klasse, Körpergröße, etc.). Die entsprechenden Dezimalzahlen sind ihnen bekannt, weshalb sie die Binärzahlen einer Mitschülerin oder eines Mitschülers umwandeln und in die passende Spalte eintragen. Die Motivation wird über die Geschichte zu Beginn der Unterrichtseinheit aufrechterhalten: Der Roboter kommt in der nächsten Stunde zu Besuch, möchte alles über die Kinder der Klasse erfahren und kann nur Binärzahlen lesen. Damit aber auch die SuS der Klasse die Informationen schnell entnehmen können, werden Dezimalzahlen ergänzt.

Die **Präsentation** der Steckbriefe wird kurzgehalten, da ein Vergleich der Ergebnisse aufgrund der individuellen Zahlen nicht möglich ist. Die Kinder hängen die Steckbriefe an einer Wand auf. Durch die Aussicht, dass der Roboter sich diese in der nächsten Stunde ansehen wird, erfährt die Arbeit der SuS eine Würdigung. Die Präsentation einzelner Informationen über die Kinder in Form von Binärzahlen wird zur Überleitung in die Reflexionsphase genutzt. Die SuS beschreiben, ob ihnen die Umwandlung leicht oder schwer gefallen ist und woran das lag. Beispielsweise kann die Problematik auftreten, dass einige Kinder die Dezimalzahlen durch Ausprobieren zerlegt haben, statt den Algorithmus anzuwenden. Die SuS können anhand solcher beschriebenen Schwierigkeiten zu der Erkenntnis gelangen, dass die Anwendung des Algorithmus Zeit spart und weniger fehleranfällig ist.

Die **Sicherungs- und Reflexionsphase** dient nach der intensiven Auseinandersetzung mit der Umwandlung von Zahlen in das jeweils andere Zahlensystem der Reflexion der gewonnenen Erkenntnisse. Hierzu werden die Geschichte und die Problemstellung aus dem Einstieg aufgegriffen. Zunächst dürfen die SuS frei berichten, was sie heute gelernt haben, was ihnen dabei (nicht) geholfen hat und was sie überrascht hat. Die Lernenden werden dadurch angeregt, ihren eigenen Lernprozess auf der Metaebene zu reflektieren. Die Lehrkraft moderiert das Gespräch und stellt bei Bedarf Impulsfragen. Ziel ist, dass die SuS die Notwendigkeit von Vereinbarungen zur Codierung und Decodierung von Daten herausstellen.

Dieses neu erworbene Wissen sollen die SuS abschließend in der **Phase des Transfers** auf ein weiteres Zahlensystem übertragen. Neben bekannten Zahldarstellungen zeigt die Lehrkraft am Smartboard das römische Zahlzeichen V. Zunächst äußern sich die Schüler wieder frei und die Lehrkraft stellt gegebenenfalls Nachfragen. Dadurch kann jedes Kind sich auf seinem Niveau äußern und Entdeckungen beschreiben. Es können die bekannten Zahlensysteme und der Zahl-Wert benannt werden. Die römische Zahldarstellung kann anhängig vom individuellen Vorwissen als unbekannt oder geläufig identifiziert werden. Angestrebt wird der Transfer, dass Zahlen auf verschiedene Weisen dargestellt werden können und ein Verständnis des Zahlensystems notwendig ist, um den Wert einer dargestellten Zahl entnehmen zu können.

Generell wird in der Unterrichtseinheit versucht, eine visuelle Überreizung zu ver-

meiden, indem Arbeitsaufträge, Übersichten zu Abläufen und der Wortspeicher bei Bedarf am Smartboard eingeblendet werden und auf Poster in der Klasse verzichtet wird.

Bei der Organisation der Unterrichtseinheit wird beachtet, dass möglichst wenig Zeit für die Erklärung von Methoden und den Wechsel der Sozialform aufgewendet werden muss, wodurch mehr effektive Lernzeit zur Verfügung steht. Beispielsweise wird ein Klangsignal zum Wechsel der Sozialform und Arbeitsphase eingesetzt, das fest etabliert ist.

### 3. Artikulationsschema<sup>3</sup>

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
10 Minuten	Einstieg	<p><b>Einstieg</b> in das Thema über eine Nachricht von einem Roboter:</p> <p>Die Lehrkraft erzählt den SuS, dass ein Roboter namens Robo-Zwei der Klasse eine Nachricht geschickt hat. Allerdings spricht er eine andere Sprache als die Menschen. Zum Glück hat die Forscherin, Frau Informatik, einen Großteil der Nachricht schon übersetzen können. [Anm.: Zahlen sind im Binärsystem angegeben und stehen als Dezimalzahlen gelesen im Widerspruch zu Aussagen im Text]</p> <p>Die Lehrkraft zeigt die Nachricht vom Roboter am Smartboard und bittet ein Kind, sie vorzulesen. Die SuS werden aufgefordert zu beschreiben, was ihnen auffällt.</p> <p>Ggf. weitere Impulse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- „Fällt dir etwas an den Zahlen auf?“</li> <li>- „Was konnte die Forscherin nicht übersetzen?“</li> <li>- „Der Roboter ist ungefähr so alt wie ihr und wurde vor 1010 Jahren gebaut. Wie</li> </ul>	Plenum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartboard</li> <li>• Material 1: Nachricht vom Roboter (Einstieg)</li> <li>• Material 2: Zieltransparenz (Karte aus Reihentransparenz)</li> <li>• Material 3: Studententransparenz</li> <li>• Material 4: Wortspeicher</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Nachricht wird von einem Kind laut vorgelesen, wodurch verschiedene Inputkanäle angesprochen und SuS mit einer <b>Lese-schwäche</b> entlastet werden.</li> <li>- Die <b>Motivation</b> und das Interesse werden durch die Nachricht des Roboters und durch die Problemorientierung geweckt.</li> <li>- Durch die im Einstieg kreierte <b>Problemorientierung</b> lässt sich der weitere Verlauf logisch erschließen und nachvollziehen.</li> <li>- <b>Zieltransparenz</b> schaffen: Durch die Geschichte über die Nachricht des Roboters, den Ausblick auf die folgende Stunde und der Benennungen des Ziels durch die</li> </ul>

<sup>3</sup> Unter der Artikulation wird im didaktischen Kontext die (zeitliche) Abfolge der Unterrichtsphasen verstanden.

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
		<p>kann das sein?“</p> <p>Antizipiertes Handeln der SuS: Die SuS richten ihre Aufmerksamkeit auf die Zahlen in der Nachricht. Sie erkennen die Unstimmigkeiten zwischen den Aussagen und Zahlen und schließen daraus, dass die Zahlen nicht übersetzt worden sind. Beispielsweise äußern sie, dass auf dem Bild nur zwei Haustiere zu sehen sind, aber im Text von 10 Haustieren gesprochen wird.</p> <p><b>Zieltransparenz</b> schaffen:</p> <p>Die Lehrkraft benennt das Ziel der Stunde: Der Forscherin helfen, die Zahlen aus der Nachricht von Robo-Zwei zu übersetzen und eigene Steckbriefe zu erstellen mit Zahlen, die der Roboter verwendet (Binärsystem) und mit Zahlen, die Menschen verwenden (Dezimalsystem). Die Karte aus der Reihentransparenz für die anstehende Stunde wird gezeigt: „Wir zählen wie Roboter“</p> <p>Die Lehrkraft gibt einen Ausblick auf die nächste Stunde und begründet das heutige Ziel: Roboter kommt mit seinen Bee-Bots in der nächs-</p>			<p>Lehrkraft sollen die SuS erkennen, dass das Kernanliegen der Stunde die Darstellung von Zahlen im Binärsystem ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Studententransparenz</b> schaffen: Die Lehrkraft stellt die einzelnen Unterrichtsphasen dar.</li> <li>- Die <b>Fachbegriffe</b> „Binärsystem“ und „Dezimalsystem“ werden in einem Wortspeicher festgehalten, der die Unterrichtseinheit über am Smartboard eingeblendet wird. Im Unterrichtsgespräch und auf den Arbeitsmaterialien wird auf diese Begriffe zurückgegriffen.</li> <li>- Um <b>Geschlechterstereotype</b> nicht aufrecht zu erhalten, ist die Forscherin eine Frau.</li> </ul>

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
		<p>ten Stunde zu Besuch und möchte die Kinder durch ihre Steckbriefe kennenlernen</p> <p>Kurze <b>Klärung</b> notwendiger <b>Fachbegriffe</b>: Die Lehrkraft erklärt und visualisiert, dass Roboter/Computer Zahlen im Binärsystem und Menschen Zahlen im Dezimalsystem schreiben.</p> <p><b>Studententransparenz</b> schaffen: Die Lehrkraft stellt den Ablauf der Stunde vor und visualisiert diesen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathekonferenz zur Erarbeitung des Binärsystems</li> <li>- Erstellung eines eigenen Steckbriefs mit Zahlen im Binärsystem</li> <li>- Übersetzung der Zahlen vom Binärsystem ins Dezimalsystem im Steckbrief eines anderen Kindes aus der Klasse</li> </ul>			
30 Minuten	Erarbeitung I	<p>Die Lehrkraft visualisiert am Smartboard das Vorgehen der den SuS bereits bekannten Mathekonferenz. Ein Kind liest die drei Schritte laut im Plenum vor. Ggf. werden Verständnisschwierigkeiten geklärt.</p> <p><b>Erarbeitung</b> des Binärsystems in einer <b>Mathekon-</b></p>	Mathekonferenz (Einzelarbeit und Gruppenarbeit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartboard</li> <li>• Material 4: Wortspeicher bleibt auf dem Smartboard eingeblendet</li> <li>• Material 5:</li> </ul>	- Das Material ist so aufgebaut, dass die Kinder sich die Zahldarstellung im Binärsystem, trotz der Komplexität des Inhaltes, <b>eigenständig erarbeiten</b> können. Schrittweise wird erarbei-

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
		<p><b>ferenz:</b></p> <p>Die SuS erhalten Arbeitsmaterial mit dessen Hilfe sie sich schrittweise eigenständig die Darstellung von Zahlen im Binärsystem erarbeiten können. Die Forscherin leitet durch das Material, gibt Tipps, regt zum Nachdenken an und stellt Nachfragen. Es gibt Tippkarten, auf die SuS bei Bedarf eigenständig zurückgreifen können. Die Lehrkraft geht durch die Klasse und unterstützt Kinder, die Schwierigkeiten haben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1. Schritt: SuS bearbeiten zunächst in Einzelarbeit die Arbeitsblätter.</li> <li>- 2. Schritt: SuS tauschen sich in Gruppen über ihre Ergebnisse aus und bereiten ihre Ergebnisse zur Präsentation auf.</li> </ul> <p>Die Lehrkraft lässt die Klangschaale der Klasse klingen. Dies ist das etablierte Signal in der Klasse, dass die Arbeitsphase beendet ist.</p>		<p>Übersicht über den Ablauf der Mathekonferenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material 6: Anmelde- und Folienstift</li> <li>• Material 7: Arbeitsblätter „Zählen wie Roboter“</li> <li>• Material 8 und 9: Tippkarte 1 und 2</li> <li>• iPads, um Video abzuspielen, das auf einer Tippkarte empfohlen wird</li> <li>• Material 10: Fuchs-Aufgaben</li> <li>• Material 11: Punktekartchen zum Ausschneiden</li> </ul>	<p>tet:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ziffern im Binärsystem</li> <li>2. Bündelungsprinzip und Stellenwertprinzip vom Dezimalsystem aufs Binärsystem übertragen</li> <li>3. Umwandlung von binär dargestellten Zahlen in eine dezimale Darstellung</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Mathekonferenz als eine <b>strukturierte Kooperationsform</b> fördert die sachbezogene Kommunikation unter den Kindern.</li> <li>- Der <b>Heterogenität der Schülerschaft</b> wird Rechnung getragen, indem ein Lernen voneinander ermöglicht wird und es sowohl Rampen für leistungsstarke Kinder (Fuchs-Aufgaben) als auch niedrige Eingangsschwellen (Kommentare der Forscherin, Tippkarten, enaktives Arbeiten mit</li> </ul>



Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klangschale</li> </ul>	<p>Punktekärtchen) für leistungsschwächere Kinder gibt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bereits eingeführte Methoden und Rituale sparen <b>Zeit</b> (Klangschale, Mathekonferenz), so dass die Kinder mehr Zeit in der Arbeitsphase haben.</li> </ul>
10 Minuten	Präsentation und Zwischensicherung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3. Schritt: Eine Gruppe präsentiert ihre Ergebnisse im Plenum, andere SuS ergänzen und stellen Rückfragen.</li> </ul> <p>Es werden gemeinsam 2-3 Beispiele für die Umwandlung von Zahlen aus dem Binärsystem ins Dezimalsystem und umgekehrt besprochen. Die Kinder schreiben ihr Ergebnis auf ein Papier. Anschließend kommt ein Kind nach vorne zum Smartboard und schreibt das Ergebnis an. Die SuS vergleichen ihr Ergebnis mit dem an der Tafel. Mit Hilfe einer Daumenprobe (hoch- Ergebnis richtig; runter – Ergebnis falsch) zeigen sie, ob sie die Zahl richtig dargestellt haben.</p>	3. Phase der Mathekonferenz (Plenum)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartboard</li> <li>• Material 7: Arbeitsblätter „Zählen wie ein Roboter“</li> <li>• Material 12: Algorithmus zur Umwandlung von Dezimal- in Binärzahlen</li> <li>• Papier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Lehrkraft kann den <b>aktuellen Lernstand diagnostizieren</b>. Kinder, die versuchen ihre Arbeitsergebnisse verständlich zu präsentieren und den Algorithmus zu erläutern, bauen ihre Kompetenz des Kommunizierens und Darstellens aus. Die zuhörenden Kinder profitieren, indem sie die Erläuterungen nachvollziehen. Die Lehrkraft kann gezielt <b>Hilfestellungen</b> anbieten.</li> <li>- <b>Stillere Kinder</b> werden durch die Vorbereitung und</li> </ul>

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
					den Rückhalt der Kleingruppe ermutigt, ebenfalls zu präsentieren und sich am Austausch zu beteiligen. Auch Kinder mit <b>Deutsch als Zweitsprache</b> erlangen Sicherheit durch den vorherigen geschützten Austausch in Kleingruppen.
20 Minuten	Erarbeitung II	<p>Die Lehrkraft visualisiert den Arbeitsauftrag am Smartboard. Die Aufgaben werden von einem Kind laut im Plenum vorgelesen. Ggf. werden Verständnisschwierigkeiten geklärt.</p> <p><b>Darstellung von Zahlen im Binärsystem:</b> Die SuS füllen einen Steckbrief über sich aus und stellen die Zahlen – wie z.B. ihr Alter – im Binärsystem dar. Dazu verwenden sie die Stellenwerttafel aus dem zuvor bearbeitenden Arbeitsmaterial.</p> <p>Tausch der Steckbriefe: Die SuS legen ihre ausgefüllten Steckbriefe auf den Tauschstapel und nehmen sich einen Steckbrief von einem anderen Kind.</p>	Einzelarbeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartboard</li> <li>• Material 13: Arbeitsauftrag Steckbrief</li> <li>• Material 14: Steckbrief</li> <li>• Die SuS können weiterhin die Arbeitsmaterialien aus der vorherigen Phase nutzen (Punkteärtchen, Tippkarten, Arbeitsblätter)</li> <li>• Klangschale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In dieser Phase können die Kinder das neu erworbene <b>Wissen anwenden</b>.</li> <li>- Die SuS haben die Möglichkeit, <b>enaktiv</b> und/oder <b>ikonisch</b> zu arbeiten.</li> <li>- Das vorherige Arbeitsmaterial und die Tippkarten stehen weiterhin zu Verfügung. <b>Leistungsschwächere Kinder</b> können auf dieses zurückgreifen und in ihrer Geschwindigkeit arbeiten.</li> <li>- Die Umwandlung der Zahlen wird in die Erstellung des eigenen Steckbriefs für den Roboter eingebunden.</li> </ul>

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
		<p><b>Umwandlung von Zahlen</b> aus dem Binärsystem ins Dezimalsystem: Die SuS wandeln die Zahlen im Binärsystem aus dem Steckbrief eines anderen Kindes in Dezimalzahlen um.</p> <p>Die Lehrkraft lässt die Klangschale der Klasse klingen. Dies ist das etablierte Signal in der Klasse, dass die Arbeitsphase beendet ist.</p>			<p>Dadurch wird die <b>Motivation</b> aufrechterhalten (Zieltransparenz und Studententransparenz).</p>
10 Minuten	Präsentation	<p>Vorbereitung der Präsentation der Steckbriefe: Die Lehrkraft bittet die SuS, ihre Steckbriefe an einer Wand im Klassenzimmer aufzuhängen. Dies dient der Vorbereitung der folgenden Stunde, wenn der Roboter und seine Bee-Bots zu Besuch kommen.</p> <p><b>Präsentation der Steckbriefe:</b> Einige Kinder stellen einige Informationen über sich in Form einer Binär- und der entsprechenden Dezimalzahl dar. Sie beschreiben, ob ihnen die Umwandlung leicht oder schwer gefallen ist und wieso (Übergang zur Reflexion).</p>	Plenum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartboard</li> <li>• Pinnadeln</li> <li>• Material 14: Steckbrief</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durch die Aussicht, dass der Roboter zu Besuch kommen und sich die Steckbriefe anschauen wird, wird die Arbeit der SuS gewürdigt.</li> <li>- Auf eine ausführliche Präsentation der Steckbriefe wird an dieser Stelle verzichtet, da jedes Kind unterschiedliche Zahlen eingetragen hat. Ein Vergleich der Ergebnisse und Austausch über diese ist nicht gewinnbringend.</li> <li>- Die Präsentation wird genutzt, um zur Reflexionspha-</li> </ul>

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
					<p>se überzuleiten. Die Kinder machen sich Gedanken, welche Zahlen sie leicht umwandeln konnten und welche ihnen schwerer gefallen sind. Sie überlegen, wieso das so ist (z.B. Algorithmus nicht angewandt, sondern im Kopf zerlegt; Ziffern falsch herum notiert).</p>
10 Minuten	Sicherung und Reflexion	<p><b>Sicherung und Reflexion:</b></p> <p>Im Sitzkreis vor dem Smartboard werden abschließend die Ergebnisse der Unterrichtseinheit besprochen und die Erfahrungen reflektiert. Die Notwendigkeit von Vereinbarungen zur Codierung und Decodierung von Daten wird herausgearbeitet. Dazu werden folgende Impulsfragen an die SuS gerichtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- „Die Kinder aus der 4b verstehen die Zahlen aus Robo-Zweis Nachricht nicht. Warum verstehen wir die Zahlen jetzt?“</li> <li>- „Robo-Zwei möchte Zahlen wie wir schreiben. Was muss er dafür wissen?“</li> <li>- „Können wir alle Zahlen im Binärsystem darstellen?“</li> </ul>	Plenum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartboard</li> <li>• Material 7: Arbeitsblätter „Zahlen wie ein Roboter“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In dieser Phase sollen die SuS abschließend die gewonnenen Erkenntnisse reflektieren. Dabei sollen sie ihre Aussagen begründen.</li> <li>- Der Einstieg und die Problemstellung werden aufgegriffen und abschließend gemeinsam Erkenntnisse besprochen.</li> </ul>

Dauer (min)	Unterrichtsphase	Unterrichtsinhalt	Sozial-/Arbeitsform	Materialien/Medien/Werkzeuge	didaktisch-methodischer Kommentar
10 Minuten	Transfer	<p><b>Transfer</b> des neu erworbenen Wissens auf andere Zahlensysteme:</p> <p>Die Lehrkraft zeigt am Smartboard ein Bild, auf dem fünf Bee-Bots abgebildet sind, die Zahl fünf im Dezimalsystem und Binärsystem dargestellt ist und als römische Zahl geschrieben ist. Sie stellt einige Impulsfragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- „Was siehst du auf dem Bild?“</li> <li>- „Du hast die Zahl fünf im Binärsystem und Dezimalsystem erkannt. Was musst du wissen, damit du auch die anderen Zeichen verstehst?“</li> </ul> <p>Die SuS sollen ihre Erkenntnis, dass Vereinbarungen notwendig sind, um Daten zu decodieren und zu codieren notwendig sind, auf ein anderes Zahlensystem übertragen. Sie können beschreiben, dass Daten in verschiedenen Zahlensystemen dargestellt werden können.</p>	Plenum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Smartboard</li> <li>• Material 15: Transfer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Um den SuS aufzuzeigen, dass die gewonnenen Erkenntnisse auf weitere Zahlensysteme übertragen werden können, wird das römische Zahlensystem gezeigt.</li> <li>- Es bietet sich an, in einer weiteren Unterrichtseinheit das römische Zahlensystem aufzugreifen, das exemplarisch für Zahlensysteme steht, die nicht auf dem Stellenwertprinzip aufbauen.</li> </ul>

## Literaturverzeichnis

- [GI19] Gesellschaft für Informatik (GI) e. V. (Hrsg.): Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich. [https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/20121/61-GI-Empfehlung\\_Kompetenzen\\_informatische\\_Bildung\\_Primarybereich.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dl.gi.de/bitstream/handle/20.500.12116/20121/61-GI-Empfehlung_Kompetenzen_informatische_Bildung_Primarybereich.pdf?sequence=1&isAllowed=y), Stand: 30.12.2021.
- [HS21] Das Dezimalsystem verstehen. Bedeutung, Erkenntnisse, Anregungen. Zeitschrift für Mathematikdidaktik in Forschung und Praxis, 2/2021, S. 1-38, 2021.
- [KMK05] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich, Luchterhand Verlag, München und Neuwied, 2005, [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_10\\_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_10_15-Bildungsstandards-Mathe-Primar.pdf), Stand: 30.12.2021.
- [KR18] Krauthausen, G.: Einführung in die Mathematikdidaktik – Grundschule. 4. Auflage, Springer, Berlin.
- [KW05] Küchlin, W., Weber, A.: Einführung in die Informatik. Objektorientiert mit Java, 3. Überarbeitete Auflage, Springer, Berlin Heidelberg, 2005.
- [LA79] Lauter, J.: Methodik der Grundschulmathematik. 5. Auflage, Ludwig Auer, Donauwörth, 1979.
- [MKR19] Medienberatung NRW (Hrsg.): Medienkompetenzrahmen (MKR) NRW. [https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR\\_ZMB\\_MKR\\_Rahmen\\_A4\\_2019\\_06\\_Final.pdf](https://medienkompetenzrahmen.nrw/fileadmin/pdf/LVR_ZMB_MKR_Rahmen_A4_2019_06_Final.pdf), Stand: 30.12.2021.
- [MSB21] Ministerium für Schule und Bildung (MSB) (Hrsg.): Lehrpläne für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen. [https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp\\_PS/ps\\_lp\\_sammelband\\_2021\\_08\\_02.pdf](https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/upload/klp_PS/ps_lp_sammelband_2021_08_02.pdf), Stand: 30.12.2021.
- [PI14] PIKAS. Deutsches Zentrum für Lehrerbildung: Modul 3.4. Entwicklung des Stellenwertverständnisses, 2014. [https://pikas.dzlm.de/pikasfiles/uploads/upload/Material/Haus\\_3\\_-\\_Umgang\\_mit\\_Rechenschwierigkeiten/FM/Modul\\_3.4/modul\\_3.4\\_entwicklung\\_des\\_stellenwertverstaendnisses\\_1.pdf](https://pikas.dzlm.de/pikasfiles/uploads/upload/Material/Haus_3_-_Umgang_mit_Rechenschwierigkeiten/FM/Modul_3.4/modul_3.4_entwicklung_des_stellenwertverstaendnisses_1.pdf), Stand: 30.12.2021.
- [PI17a] PIKAS. Deutsches Zentrum für Lehrerbildung: Info-Papier. Haus 8: Guter Unterricht. Mathe-Konferenzen. Eine strukturierte Kooperationsform zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation unter Kindern, 2017. [http://pikas.dzlm.de/pikasfiles/uploads/upload/Material/Haus\\_8\\_-\\_Guter\\_Unterricht/UM/Mathe-Konferenzen/Basisinfos/Infopapier\\_Mathekonferenzen\\_2017\\_NEU.pdf](http://pikas.dzlm.de/pikasfiles/uploads/upload/Material/Haus_8_-_Guter_Unterricht/UM/Mathe-Konferenzen/Basisinfos/Infopapier_Mathekonferenzen_2017_NEU.pdf), Stand: 30.12.2021.

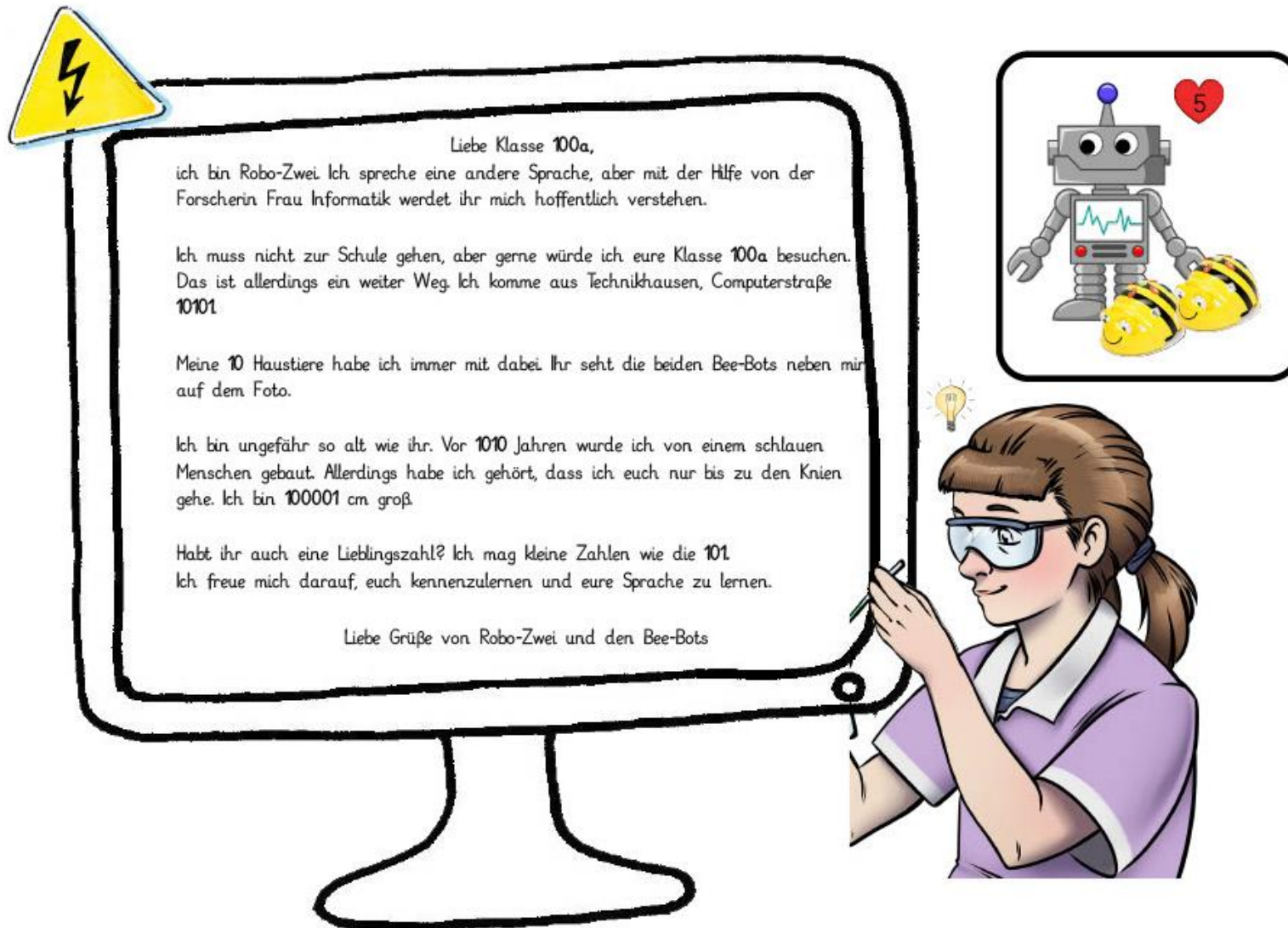
- [PI17b] PIKAS. Deutsches Zentrum für Lehrerbildung, Forschermittel, <https://pikas.dzlm.de/fortbildung/forschermittel>, Stand: 30.12.2021.
- [VPS10] Cognitive Load Theory: Advances in Research on Worked Examples, Animations, and Cognitive Load Measurement. *Educational Psychology Review*, 22/2010, S. 375-378, 2010.
- [VVB10] Scaffolding in Teacher–Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22/2010, S. 271-296, 2010.
- [WE18] Weitz, E.: *Konkrete Mathematik (nicht nur) für Informatiker. Mit vielen Grafiken und Algorithmen in Python*, Springer, Wiesbaden, 2018.

# Anhang

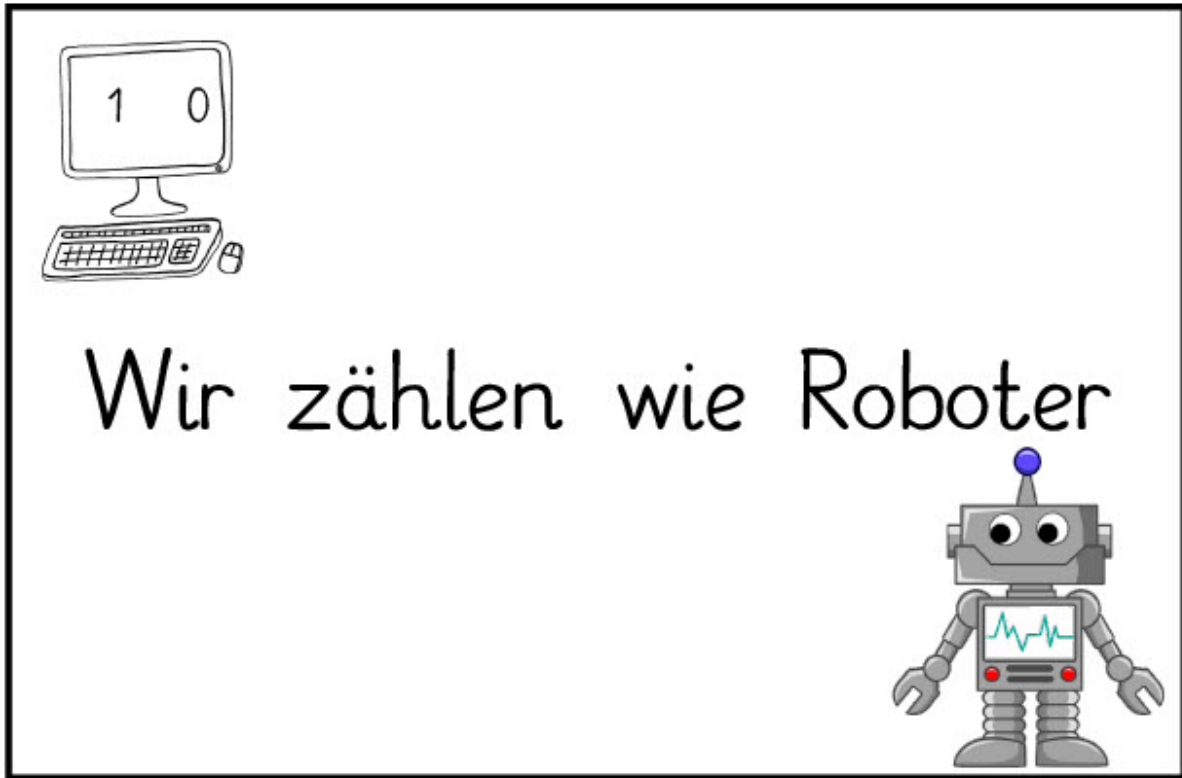
Material 1: Nachricht vom Roboter (Einstieg) .....	IV
Material 2: Zieltransparenz (Karte aus der Reihentransparenz) .....	V
Material 3: Stundentransparenz .....	VI
Material 4: Wortspeicher .....	VII
Material 5: Übersicht über den Ablauf der Mathekonferenz .....	VIII
Material 6: Anmelde liste zur Mathekonferenz .....	IX
Material 7: Arbeitsblätter „Zählen wie ein Roboter“ .....	X
Material 8: Tippkarte 1 .....	XIV
Material 9: Tippkarte 2 .....	XV
Material 10: Fuchs-Aufgaben .....	XVI
Material 11: Punktekärtchen zum Ausschneiden .....	XVII
Material 12: Algorithmus zur Umwandlung von Dezimal- in Binärzahlen .....	XVIII
Material 13: Arbeitsauftrag Steckbrief .....	XIX
Material 14: Steckbrief .....	XX
Material 15: Transfer .....	XXI



## Material 1: Nachricht vom Roboter (Einstieg)



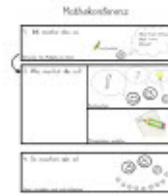
## Material 2: Zieltransparenz (Karte aus der Reihentransparenz)



## Material 3: Stundentransparenz

# Heute

1. Mathekonferenz



2. Steckbrief ausfüllen...

...über mich in Binärzahlen.



...über dich in Dezimalzahlen.



3. Was hast du heute gelernt?  
Im Sitzkreis.



## Material 4: Wortspeicher

Wortspeicher



Roboter benutzen  
das **Binärsystem**,



Menschen benutzen  
das **Dezimalsystem**,



um Zahlen darzustellen.

## Material 5: Übersicht über den Ablauf der Mathekonzferenz

# Mathekonzferenz

1. Ich mache das so.



Was? Fragen, Überlegungen  
Wie? Lösung  
Warum?



Versuche, die Aufgabe zu lösen

2. Wie machst du es?



Austauschen



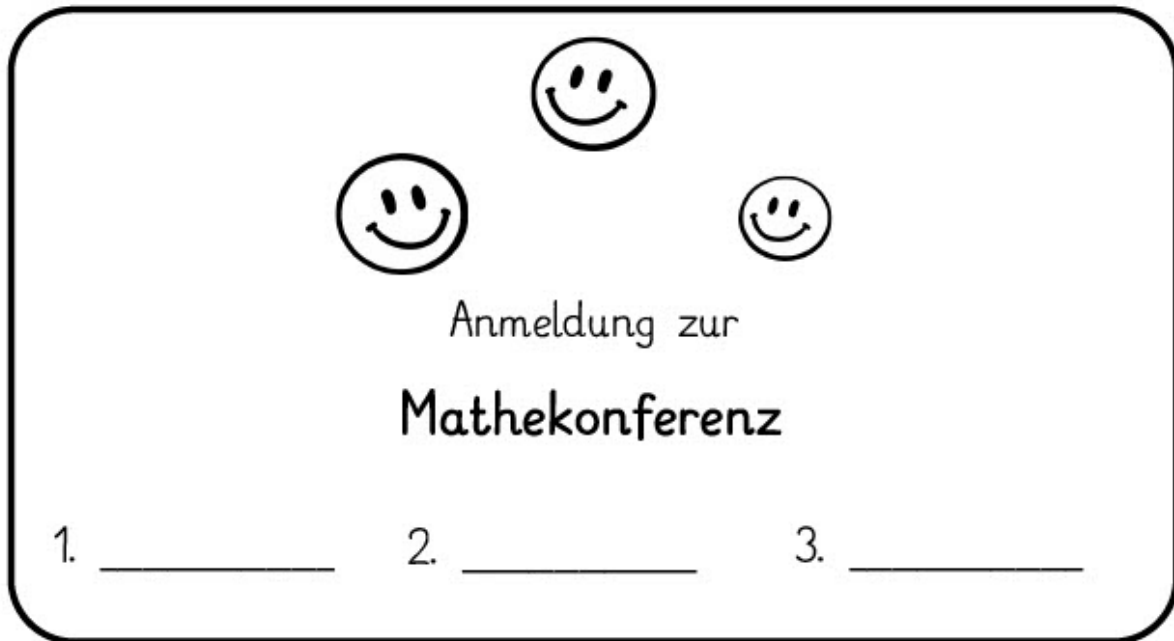
Präsentation erstellen

3. So machen wir es!



Ideen vorstellen und nachvollziehen

## Material 6: Anmeldeliste zur Mathekonferenz



Anmeldung zur  
**Mathekonferenz**

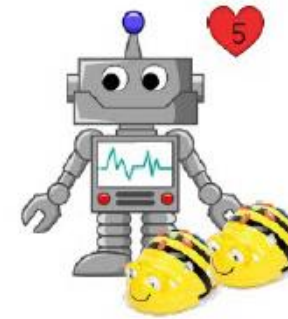
1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ 3. \_\_\_\_\_

## Material 7: Arbeitsblätter „Zählen wie ein Roboter“

### Zählen wie ein Roboter

Steckbrief von Robo-Zwei

	Binärsystem	Dezimalsystem
Besuchen möchte ich die Klasse:	100a	
Hausnummer:	10101	
Anzahl meiner Haustiere:	10	
Alter:	1010	
Körpergröße:	100001	
Lieblingszahl:	101	



Unsere Ziffern



Wir benutzen die  
Ziffern 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9.  
Welche Ziffern benutzt  
der Roboter?

Ziffern des Roboters

Die Ziffern \_\_\_\_  
und \_\_\_\_.

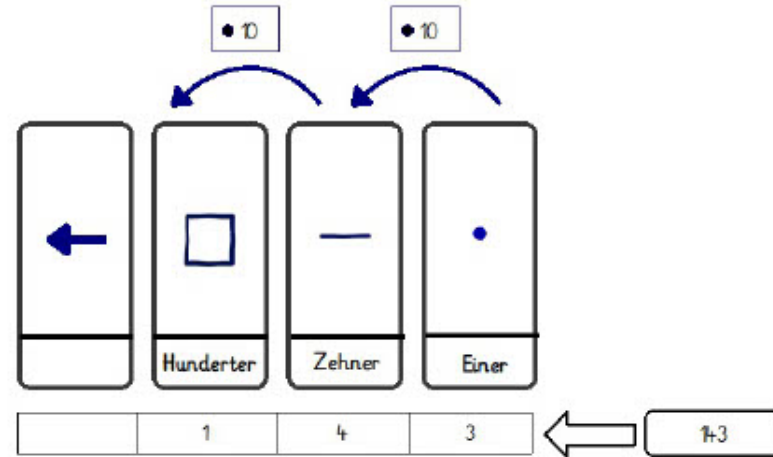


Unsere Stellenwerttafel

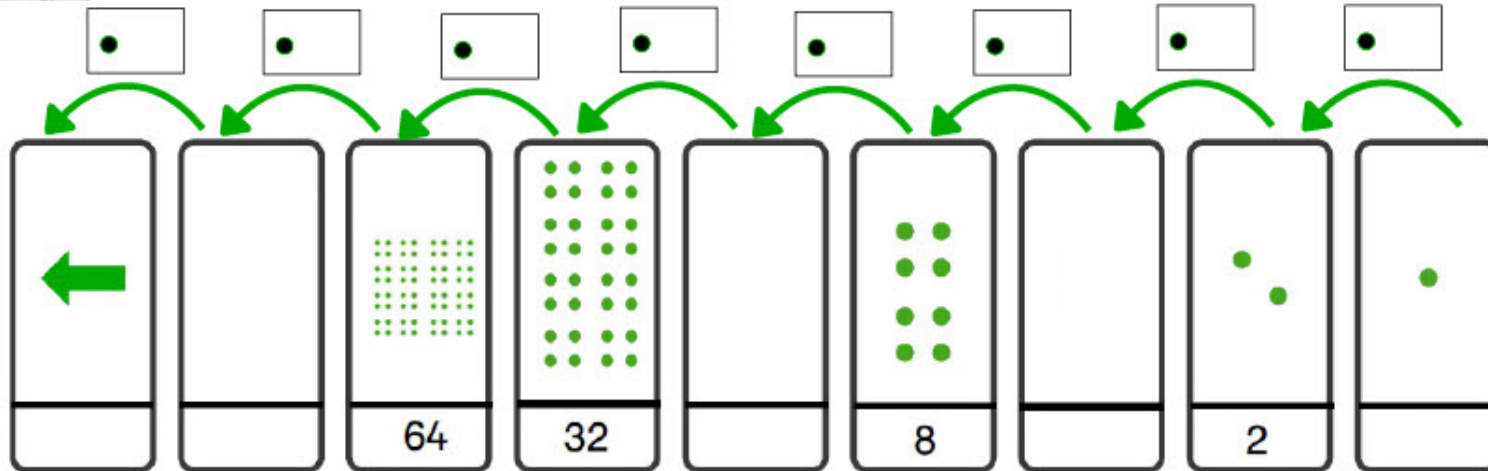
Bei uns Menschen gibt es Einer, Zehner, Hunderter...



Roboter benutzen eine andere Stellenwerttafel. Erkennst du das Muster? Ergänze die fehlenden Zahlen.



Stellenwerttafel des Roboters



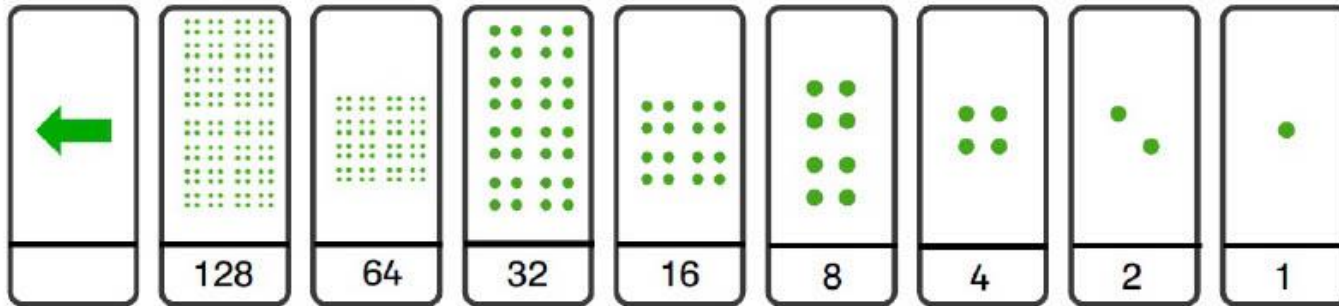


Eine Zahl wie ein Roboter schreiben



Robo-Zweis Lieblingszahl ist 101. Im Herz neben ihm steht aber eine 5.

Trage die 101 in die Stellentafel des Roboters ein.

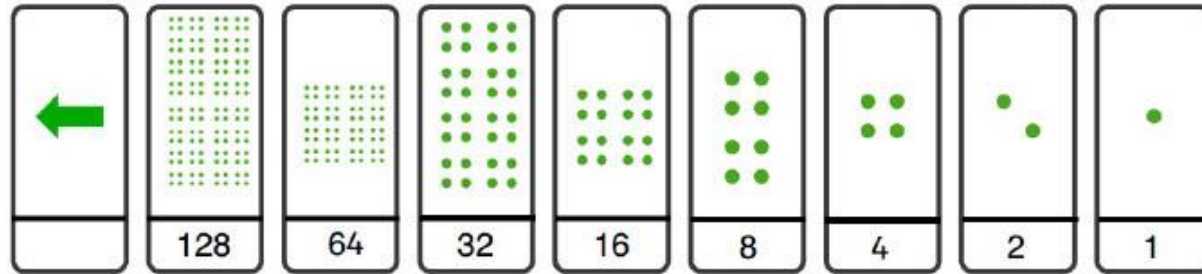


Was fällt dir auf?

$$\square + \square = \square$$



Kannst du mir helfen die Zahlen des Roboters in unsere Zahlen umzuwandeln?



1  0  1  0  1

+  +  =

=

=

+  =

+  =

←   Hausnummer

←   Unsere Klasse


←   Haustiere

←   Alter



←   Körpergröße



## Material 8: Tippkarte 1

**Tipp**




Information:


Ein Computer kennt nur zwei Zustände:  **Strom an** und  Strom aus


Zahlen kann er also nur mit zwei Symbolen darstellen:  **1** und  **0**

Deine Aufgabe:


Nimm dir die Punktekartchen des Binärsystems.

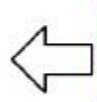
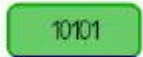
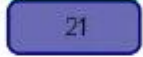


Decke die Kärtchen auf, die du brauchst. Das bedeutet: **Strom an**. Schreibe  **1**

Drehe die Kärtchen um, die du nicht brauchst. Das bedeutet: **Strom aus**. Schreibe  **0**


Addiere die Punkte auf den aufgedeckten Karten. Die Summe ist die Dezimalzahl.



$16 + 4 + 1 = 21$     


## Material 9: Tippkarte 2

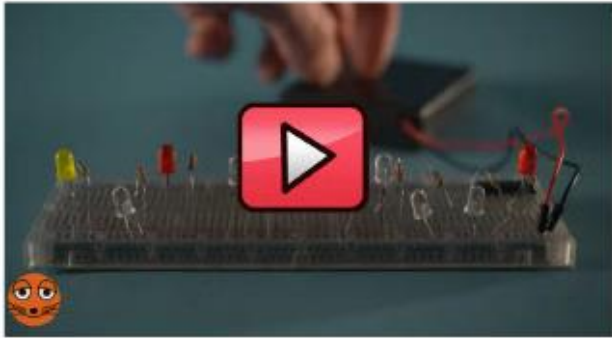
Tipp




Information:

Wie zählen Computer und Roboter?

Schaue dir das Video auf dem iPad an.





[https://www.youtube.com/watch?v=OkcVk\\_PGYL4](https://www.youtube.com/watch?v=OkcVk_PGYL4), Stand: 30.12.2021.

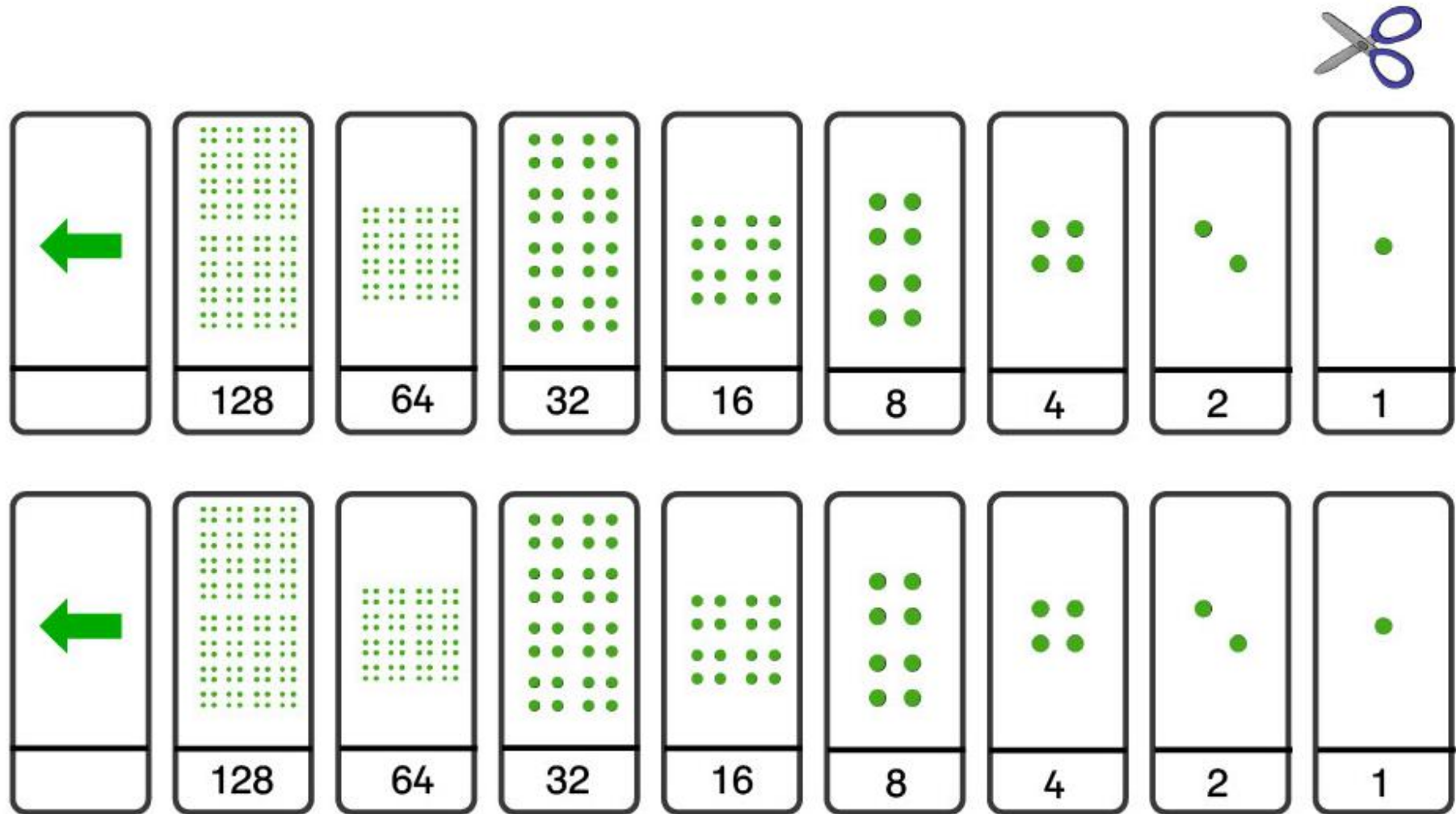
## Material 10: Fuchs-Aufgaben



### - Aufgaben

1. Überlege dir eine Zahl. Schreibe sie im Binärsystem.
2. Wie bist du vorgegangen? Beschreibe.
3. Gibt es eine Zahl, die du nicht mit deinen Karten legen kannst?
4. Woran erkennt man eine ungerade Computerzahl?


### Material 11: Punktekärtchen zum Ausschneiden



## Material 12: Algorithmus zur Umwandlung von Dezimal- in Binärzahlen<sup>4</sup>


Zahlen schreiben wie ein Roboter

Dezimalsystem: 3




8 4 2 1

1. Geht 8 in 3? Nein - also schalten wir sie aus.



8 4 2 1


2. Geht 4 in 3? Nein - also schalten wir sie aus.



8 4 2 1

3. Geht 2 in 3? Ja - also lassen wir sie an. Wie viele bleiben übrig? [1]

4. Geht 1 in 1? Ja - also lassen wir sie an. Wie viele bleiben übrig? [keine]



8 4 2 1

0 0 1 1




5. Strom an: Schreibe 1 Strom aus: Schreibe 0

Binärsystem: 11

<sup>4</sup> Das Material 12 wurde in enger Anlehnung an die Veranschaulichung des Algorithmus der Website Computer Science Unplugged erstellt. <https://www.csunplugged.org/de/topics/binary-numbers/unit-plan/how-binary-digits-work/>, Stand: 30.12.2021.

## Material 13: Arbeitsauftrag Steckbrief

### Arbeitsauftrag

1. **Fülle aus.** Schreibe im Binärsystem.  
Benutze die Stellentafel. 
2. Lege deinen Steckbrief auf den **Tauschstapel**.   
Nimm dir einen Steckbrief eines anderen Kindes.
3. **Wandle** die Zahlen ins Dezimalsystem **um**. 



## Material 14: Steckbrief

Lieber Robo-Zwei, liebe Klasse 4a,

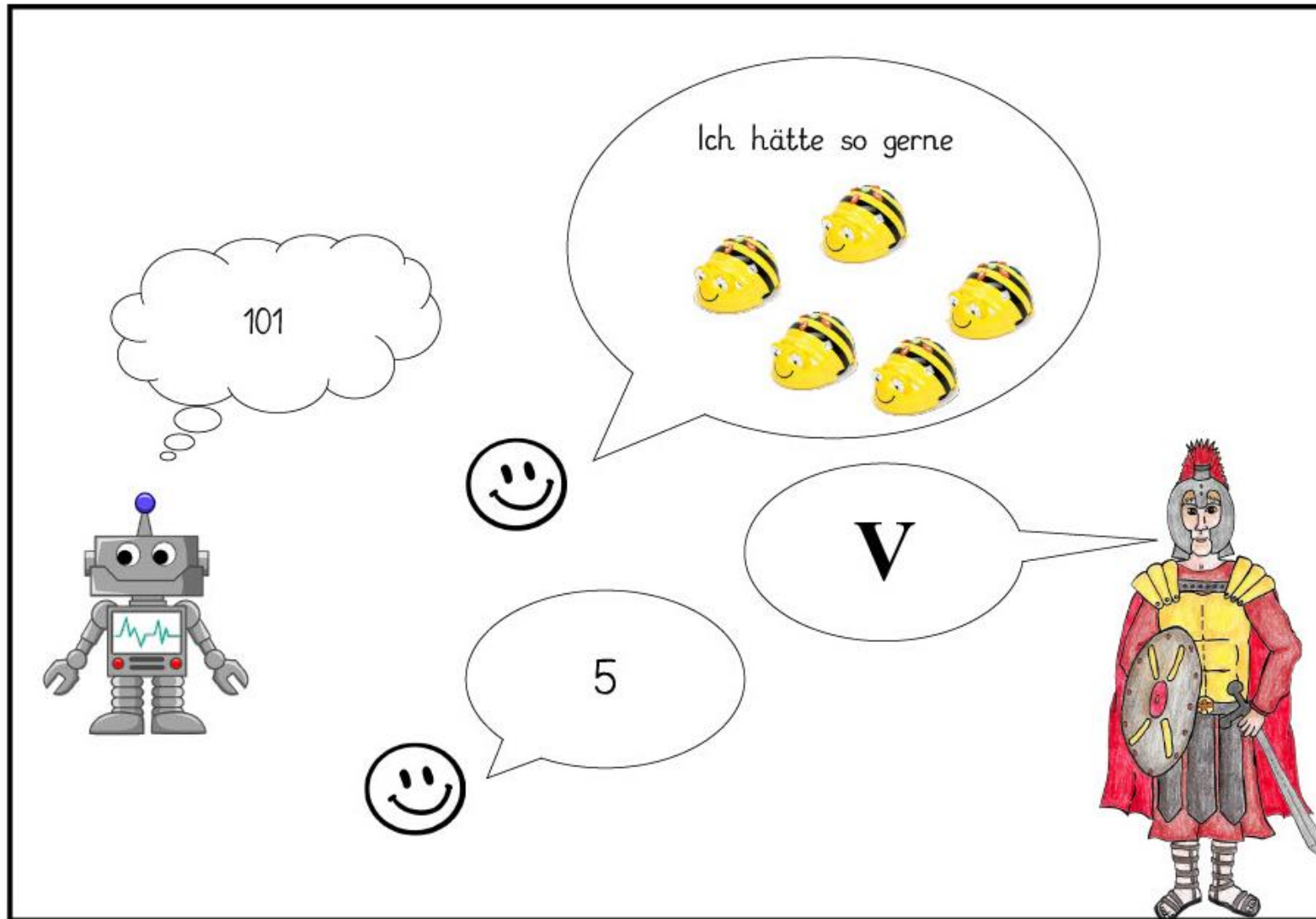
das bin ich:

---



Mein Alter:		
Meine Klasse:		
Mein Geburtstag:		
Meine Hausnummer:		
Meine Körpergröße:		
Anzahl meiner Haustiere:		
Meine Lieblingszahl:		
Anzahl der Kinder in meiner Klasse:		
		
		

## Material 15: Transfer

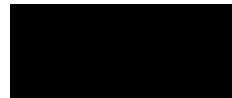


## Versicherung

„Ich versichere, dass ich den Unterrichtsentwurf eigenständig verfasst, keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt und die Stellen des Unterrichtsentwurfs, die anderen Werken dem Wortlaut oder Sinn entnommen worden sind, in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe. Das Gleiche gilt auch für beigegebene Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen. Anfang und Ende von wörtlichen Textübernahmen habe ich durch An- und Abführungszeichen, sinngemäße Übernahmen durch direkten Verweis auf die Verfasserin oder den Verfasser gekennzeichnet.“

Münster, 31.12.2021

Ort, Datum



Unterschrift

## Verwertungsrechte

„Ich erkläre mich damit einverstanden, dass der von mir verfasste Unterrichtsentwurf durch den Arbeitsbereich Didaktik der Informatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster verwertet werden darf. Dazu gehören die Nutzung und/oder die Veränderung in zukünftigen Lehrveranstaltungen sowie für zukünftige digitale und/oder gedruckte Veröffentlichungen.

Dabei soll folgende Einschränkung gelten (bitte ankreuzen):

Der Unterrichtsentwurf soll anonymisiert werden (Vor- und Nachname).“

Die folgenden Daten werden unabhängig von dieser Einschränkung grundsätzlich aus dem Dokument entfernt: E-Mail-Adresse, Anschrift und Matrikelnummer.

Münster, 31.12.2021

Ort, Datum



Unterschrift