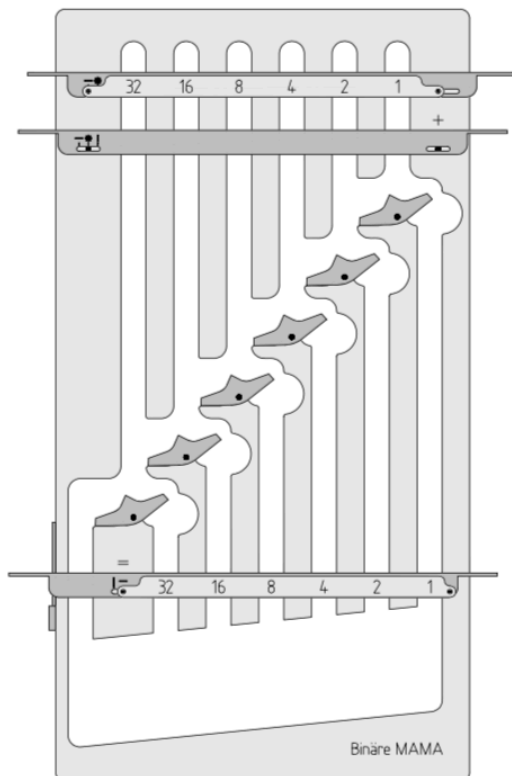


## Die Binäre MAMA (Murmeladdiermaschine)

Herzlichen Glückwunsch!

Sie halten in Ihren Händen eine hochwertige **Binäre MAMA**. Robust und formschön, wurde sie mit Liebe zum Detail für den pädagogischen Einsatz entwickelt und in der Schweiz hergestellt.

Die **Binäre MAMA** ermöglicht das aktiv handelnde Erleben fundamentaler Konzepte der Informatik ohne PC. Durchschauen Sie das Innenleben von Smartphone, Tablet und Co.!



„Solche Counter oder Addierwerke sind Standardelemente, die in Milliarden von integrierten Schaltkreisen weltweit standardmäßig enthalten sind. Jeder Prozessor in jedem Smartphone oder Computer hat so etwas, aber auch Bauteile in einfacheren Geräten sind voll davon.“

Franz von Weizsäcker, Diplom Informatiker.  
Leiter eines Technologie- und Innovationslab der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

**ACHTUNG:**

Für Kinder unter drei Jahren nicht geeignet. Verschluckbare Einzelteile.

## Technische Daten zur Binären MAMA (registered design)

<b>Material</b>	Holz: Buchensperrholz, Oberfläche weiß pigmentiert geölt (CNC-gefästä/Handarbeit); Metallgruppe: Chromstahl (Laserschnitt/Handarbeit); Murmeln: 35 Stück aus Edelstahl, korrosionsbeständig, Ø 15mm
<b>Masse</b>	Breite 320mm / Länge 500mm / Höhe 95mm; Gewicht: 3550g Rechner mit Verpackung ohne Stahlmurmeln, 455g Stahlmurmeln (35 Stk.)
<b>Hersteller</b>	Schreinerei Stiftung Terra Vecchia, 3111 Tägertschi BE/Schweiz
<b>Designer</b>	Nando Wespi in Zusammenarbeit mit Brigitte Pemberger und der Schreinerei Stiftung Terra Vecchia
<b>Entwicklung</b>	Nando Wespi, Brigitte Pemberger, Prof. Dr. Paula Bleckmann Weiterentwicklung einer Idee von Matthias Wandel
<b>Baujahr</b>	2019/20
<b>Auflage</b>	Serie 1, limitierte Sonderausgabe von 100 (hundert) Stück
<b>Wartung</b>	Kein Öl/ kein Schmiermittel verwenden. Vor Staub geschützt aufbewahren.
<b>Klassifikationen</b>	Elektrotechnik/Informatik: A) Im Zählmodus: "Asynchronous (ripple) counter" mit 6 flip flops in Reihe geschaltet. Damit kann die Binäre MAMA von 0 bis 63 zählen bis sie wieder auf 0 resettet wird. B) Im Additionsmodus: "6-bit-Carry-ripple-addierwerk". Die Binäre MAMA addiert Zahlen in Form von binären Murmel-Codes bis zur Summe 63.
<b>Designschutz</b>	„Teaching apparatus, Klasse 19-07“

## analog-digidaktik.de

dient der Verbreitung der Ergebnisse aus zwei kooperierenden Forschungsprojekten:

1. „Konzeptionelle Weiterentwicklung von MEDIA PROTECT“ an der Alanus Hochschule Alfter innerhalb des HLCA-Konsortiums (Health Literacy in Childhood and Adolescence) in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Hochschule Freiburg, Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Anmerkung: Das Präventionsprogramm MEDIA PROTECT wurde 2015 umbenannt in „ECHT DABEI – gesund groß werden im digitalen Zeitalter“
2. „Medienerziehung an Reformpädagogischen Bildungseinrichtungen“ an der Alanus Hochschule Alfter in Kooperation mit reformpädagogischen Verbänden (u.a. Montessori Dachverband und Bund der Freien Waldorfschulen), Hauptförderer: Software AG Stiftung (SAGST)



## Hinweise für die pädagogische Praxis

- 1) Die Binäre MAMA sollte in der pädagogischen Praxis stets am Entwicklungsstand der Kinder orientiert eingesetzt werden.
- 2) Es empfiehlt sich, die mitgelieferten beschrifteten Holzleisten erst zu montieren, wenn die Kinder das Binärsystem mit seinen spezifischen Stellenwerten (1, 2, 4, 8, 16, 32 etc. von rechts nach links) zu durchschauen beginnen.
- 3) Spielen und Entspannen: Nehmen Sie sich Zeit zum Spielen und Entspannen mit der Binären MAMA bevor's ans Rechnen geht. Gewähren Sie insbesondere den Kindern Raum und Zeit für diese Art des Erlebens und Entdeckens.
- 4) Achten Sie darauf, dass Sie die Binäre MAMA stets auf waagrechtem Untergrund stabil platzieren, damit sie einwandfrei funktioniert.

Für jüngere Kinder eignet sich die Binäre MAMA als Murmelbahn zum freien Spielen, Forschen und Hantieren, während für Kinder ab ca. 9 Jahren eine durch die pädagogische Fachkraft konkret angeleitete Unterrichtssequenz die Aufmerksamkeit hin zu einer gewissermaßen „rhythmischen Sortierfunktion“ des Gerätes führen kann.

**Was passiert, wenn ich eine Murmel dazugebe?** Die Kinder formulieren Vermutungen, überprüfen und korrigieren diese gegebenenfalls. Mit einfachen Leitfragen eröffnet die Lehrkraft einen Forschungs- und Beobachtungsraum, der die Bewegung der Murmeln und Metallwippen ins Erleben bringt. Dabei wird eine Murmel nach der anderen in die Binäre MAMA eingegeben. **Wann wird es spannend?** ...

Die Vollversion der Ihnen per E-Mail zugestellten Bedienungsanleitung zur Binären MAMA mitsamt Überleitung zum (binären) Zahlenkarten-Zaubertrick ist so angelegt, dass sich damit Kinder ab ca. 9 Jahren schrittweise den fundamentalen Konzepten der Informatik nähern können: Zum Beispiel dem Binärsystem und EVA-Prinzip (Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe), den endlichen Automaten, Handlungsanweisungen befolgen u.v.m. . Auch Erwachsene ohne informatische Vorkenntnisse werden mit der Binären MAMA fit fürs Verstehen der Funktionsweise von Digitaltechnologie.

## Ausblick

Weitere Analog-Digidaktik-Ideen für die pädagogische Praxis befinden sich derzeit in Überarbeitung/Entwicklung und werden ab Frühjahr 2020 auf unserer Website [www.analog-digidaktik.de](http://www.analog-digidaktik.de) nach und nach der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Ein Fundus mit Download-Bereich sowie eine Buchreihe sind in Planung.

Viel Freude mit der Binären MAMA wünschen



Prof. Dr. Paula Bleckmann



Brigitte Pemberger

## Mini-Glossar Informatik

**Algorithmus:** ausführbare Handlungsvorschrift zur Lösung eines Problems. Ein Algorithmus ist ein in besonderer Weise strukturierter Text, der gewisse Merkmale erfüllt: Der Text ist nicht unendlich lang, der Algorithmus liefert nach endlicher Zeit ein Ergebnis, und er ist so präzise formuliert, dass die Schritte zur Ausführung eindeutig sind. Es gibt keine formale Vorschrift, wie Algorithmen dargestellt werden müssen. Man kann einen Algorithmus umgangssprachlich, programmiersprachenähnlich als sogenannten Pseudo-Code, in Form einer grafischen Darstellung (z.B. als ↑Programmablaufplan oder ↑Struktogramm) oder als ↑Programm in einer ↑Programmiersprache angeben.

**Anweisung:** Aufforderung an ein ↑Informatiksystem, eine Handlung auszuführen. Anweisungen werden nach zwei Gesichtspunkten unterschieden: I. Elementaranweisungen führen zu einer direkten Handlung, II. Zusammenges./strukturierte Anweisungen beschreiben Handlungsfolgen (↑Sequenz), deren Abfolge in Abhängigkeit von Bedingungen gesteuert werden kann [...].

**Automat/Automatenmodell:** Ein Automat ist ein Gerät, das zu einer Eingabe ein bestimmtes Ergebnis ausgibt. Automat wird oft als Kurzform von Automatenmodell verwendet und hat damit in der Informatik eine vom Alltagsgebrauch abweichende Bedeutung: Ein Automatenmodell ist ein formales Beschreibungsschema (↑Modell) in Form von Zuständen und Zustandsübergängen, dem sich gleichartige reale Automaten unterordnen. [...]

**Code:** Abbildungsvorschrift, die jedem Zeichen eines Zeichenvorrats (Urbildmenge) eindeutig ein Zeichen oder eine Zeichenfolge aus einem möglicherweise anderen Zeichenvorrat (Bildmenge) zuordnet (Beispiel: Braille-Schriftzeichen-Code). Anstelle der Abbildungsvorschrift bezeichnet man auch oft nur das konkrete Ergebnis der Abbildungsvorschrift oder auch die Menge aller möglichen Ergebnisse als Code. Den Vorgang, Zeichenfolgen über der Urbildmenge entsprechend der Abbildungsvorschrift zeichenweise Zeichenfolgen über der Bildmenge zuzuordnen, nennt man codieren, das Ergebnis Codierung. Den umgekehrten Vorgang bezeichnet man als decodieren bzw. Decodierung. Auch beim ↑Programmieren spricht man vom Codieren, weil man auch hier den Vorgang des Umwandeln eines Algorithmus in ein Programm (Programmcode) vorfindet. Ist ein Code absichtlich nicht öffentlich bekannt, so handelt es sich um eine ↑Verschlüsselung – in der Alltagssprache werden diese beiden Begriffe allerdings oft nicht getrennt.

**Darstellung, binäre:** Codierung (↑Code), bei der der Zeichenvorrat der Bildmenge nur aus zwei verschiedenen Zeichen besteht – häufig mit »0« und »1« dargestellt.

**EVA-Prinzip:** Abkürzung für die drei Begriffe Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe. Das EVA-Prinzip beschreibt den grundlegenden Ablauf, mit dem Informatiksysteme Probleme lösen: Eingaben annehmen, sie dann verarbeiten und am Schluss die Ergebnisse ausgeben. Um ↑Informatiksysteme zur Problemlösung einzusetzen, versuchen Informatiker, diese drei Phasen zu identifizieren, formal zu beschreiben und maschinell umzusetzen. Neben dem EVA-Prinzip existieren weitere Prinzipien, z.B. die Ereignissteuerung.

**Fundamentale Ideen der Informatik:** Von Andreas Schwill (vgl. Schwill, 1993) postuliertes didaktisches Konzept, das die langlebigen Grundlagen der Informatik herausarbeitet und sie in spiralcurricularer Form zum Gegenstand der informatischen Bildung aller Altersstufen vorschlägt. Das Konzept stellt auch eine Möglichkeit dar, informatische Gegenstände zu überprüfen, ob sie unterrichtlich relevant sind.

Quelle: *Kompetenzen für informatische Bildung im Primarbereich, 2019. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. Erarbeitet vom Arbeitskreis »Bildungsstandards Informatik im Primarbereich«.* Siehe: <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/20121>



# Bedienungsanleitung Binäre MAMA (Murmeladdiermaschine)

Prof. Dr. Paula Bleckmann  
Brigitte Pemberger

Februar 2020

**ACHTUNG:**

**Für Kinder unter drei Jahren nicht geeignet. Verschluckbare Einzelteile.**

## Einstieg: Spielen und Entspannen mit der Binären MAMA

Was sich als Einstieg in die pädagogische Arbeit mit der Binären MAMA eignet, das wollen wir gerne an den Anfang stellen: Spielen und Entspannen und das nicht nur für Kindergartenkinder!

Wir haben in unseren Seminaren oft selber gestaunt, wie nicht-mathe-affine Menschen im freien Spiel mit der Binären MAMA ihre Informatik-Berührungssängste „vergessen“.

Bevor es also mit Punkt A) *Dezimalzahlen in Binär-codes umwandeln* losgeht: Spielen, staunen, rätseln.

### So geht's:

- 1.) Nimm beide Holzleisten mit Zahlen darauf ab.
- 2.) Stelle beide oberen Metallschienen auf \*-Position.
- 3.) Verwende die Binäre MAMA wie ein sehr kleines Kind: Als Spielzeug. Es gibt weder richtig noch falsch. Du musst nichts verstehen, sondern kannst einfach damit spielen.

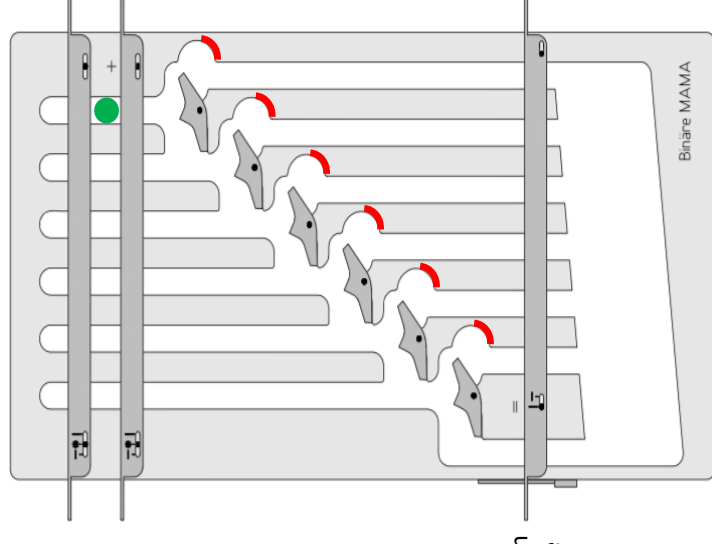
**Spielvorschlag 1 - Entspannen:** Lege eine Murmel nach der anderen einzeln der Reihe nach oben bei ● in die erste Bahn von rechts ein. Lass dir Zeit. Wenn du möchtest, kannst du jedes Mal tief atmen, bevor du die nächste Murmel einlegst. Beobachte ganz in Ruhe, welchen Weg die Murmeln nehmen und was mit den beweglichen Metallwippen geschieht. Freu dich, wenn es „spannend wird“, und du mit einer einzigen Murmel ganz viel Bewegung an den Wippen auslöst. Du kannst gerne so lange weitermachen, bis alle Wippen (die Mulden daneben) wieder leer sind und unten ganz viele Murmeln angekommen sind. Musst du aber nicht. Variante: Zu zweit oder zu viert spielen und immer abwechselnd Murmeln einlegen.

**Spielvorschlag 2 - Zählen:** Wenn du möchtest, kannst du das Ganze noch einmal wiederholen. Beim zweiten Mal hast du vielleicht Lust, leise mitzuzählen, wie viele Kugeln du schon eingelegt hast. Bei der wievielten Murmel wird es „spannend“? Fällt Dir beim Zählen ein Muster auf?

**Spielvorschlag 3 - Schneller und schneller:** Du kannst auch testen, wie schnell hintereinander man die Murmeln einlegen kann, ohne dass die Maschine blockiert. Wenn die Maschine blockiert: die Murmeln vorsichtig herausnehmen, keine Gewalt anwenden. Sie ist stabil, für Kinderhände und eine lange Lebensdauer konzipiert, aber nicht unkaputtbar.




**Spielvorschlag 4 - Hören:** Vielleicht hast du auch Lust, die Binäre MAMA als Geräuschemacherin zu erfahren: Schließe die Augen, und lege im gleichmäßigen Takt Murmeln ein. Gefällt Dir der Rhythmus? Entsteht vielleicht sogar Musik? Kannst du hören, was wohl gerade mit den Wippen und Murmeln passiert? Ganz ohne zu blinzeln? Zwischendrin kannst du natürlich die Augen aufmachen: Ist tatsächlich das passiert, was du vom Hören her gedacht hast?

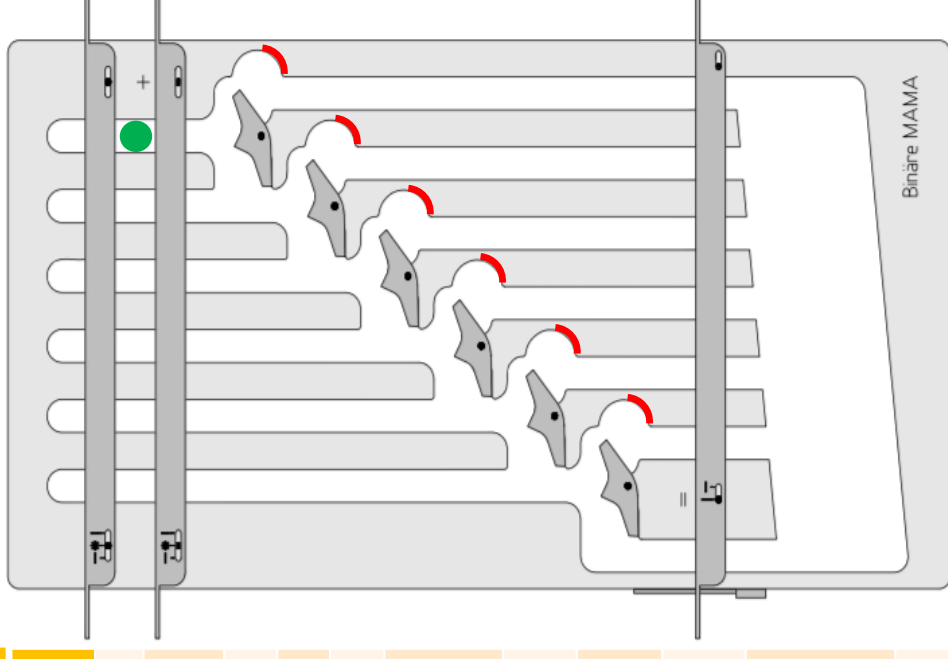
WIR WÜNSCHEN SPIELFREUE UND ENTSPANNUNG!



## Binäre MAMA (Murmelladdiermaschine)

### A) Dezimalzahlen in Binär-codes umwandeln

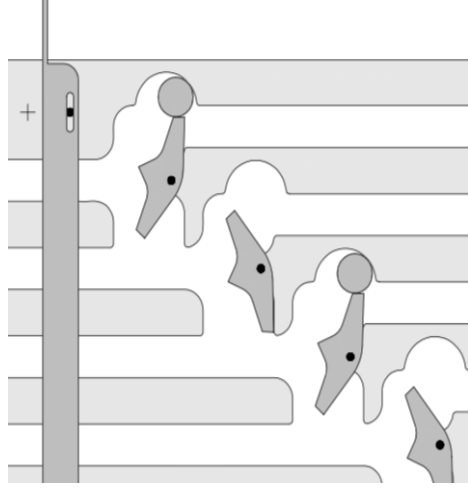
1. Lies die Anleitung bis 11. einmal durch.
2. Markiere im Text, was du noch nicht verstehst. Hilft einander in der Gruppe, damit alle den Text verstehen. Wenn alles klar ist, geht es direkt mit 3. weiter.
3. Bringe die beiden oberen Metallschienen in Position .
4. Stelle die unterste Metallschiene auf Position .
5. Nimm die Anzahl Murmeln in die Hand, die du in einen Binär-cod-e umwandeln willst.
6. Lege die Murmeln einzeln der Reihe nach oben bei  in die erste Bahn von rechts ein. Beobachte, welchen Weg die Kugeln nehmen und was mit den beweglichen Metallwippen geschieht. Was geschieht, wenn du eine weitere Murmel dazugibst? Tauscht in der Gruppe eure Vermutungen aus.
7. Wenn du keine Murmeln mehr in der Hand hast, schau-st du dir genau an in welchen **Mulden** rechts neben den beweglichen Metallwippen nun eine Murmel liegt und wo nicht.
8. Übertrage ins Raster-Blatt das Ergebnis der liegenden Murmeln. Und zwar so: **WENN keine Murmel liegt, DANN schreibe 0 (eine Null) ins Feld; WENN eine Murmel liegt, DANN schreibe 1 (eine Eins) ins Feld.**
9. **Gratulation!** Du hast eben deine Dezimalzahl in einen Binär-cod-e, also Computersprache, umgewandelt! Lies den Binär-cod-e (nur Nullen und Einsen) von links nach rechts!
10. Schiebe die unterste Metallschiene nach links bis sie einrastet. Der Binär-cod-e liegt jetzt als Murmelmuster schön auf dem Resultatschieber. Wenn du den kleinen Hebel am linken Seitenrand anhebst, so bringst du die Maschine wieder in den Anfangszustand, in Technik-Sprache: „Ausgangsposition“.
11. Gehe zu 5. und wiederhole den Algorithmus von 5. bis 10. so lange, bis du mit dem Umwandeln der Dezimalzahlen auf dem Raster-Blatt fertig bist. Dann fahre weiter mit  
**B) Binär-codes in Puzzle-Pixelbilder verwandeln.**



## Binäre MAMA (Murmelladdiermaschine)

### B) Binärcodes in Puzzle-Pixelbilder und Pixelbild-Geschichten verwandeln

1. Vergewissere dich, dass du alle Dezimalzahlen auf dem Raster-Blatt/den Raster-Blättern in Binärcodes umgewandelt hast. Vergewissere dich, dass in jedem Feld entweder eine 0 (Null) oder eine 1 (Eins) steht.
2. Nimm einen schwarzen oder dunkelblauen Farbstift zur Hand.
3. Male alle Felder aus, in denen eine 1 (Eins) geschrieben steht .
4. Überprüfe, ob alle 1-er-Felder ausgemalt sind.  
Wenn JA: Fahre weiter mit 5.  
Wenn NEIN: gehe zurück zu 3.
5. Die Raster-Bilder sind alle beschriftet. Suche die 4 Raster-Bilder, die zusammengehören.
6. Falte die Blätter mit den Raster-Bildern an den Randlinien entlang. Falte so, dass auf der Vorderseite nur noch das Raster-Bild zu sehen ist.
7. Füge die 4 zusammengehörigen Raster-Bilder wie Puzzle-Teile zu einem Pixelbild zusammen.
8. Platziert in der Klasse alle Pixelbilder so, dass sie für alle Kinder sichtbar sind.
9. Erfinde zusammen mit einem Mitschüler oder einer Mitschülerin eine Geschichte, in der  
a) alle Pixelbilder vorkommen und  
b) ihr mindestens ein selbstgezeichnetes Pixelbild einbaut. (Vorlagen mit 8x8 oder 10x10 Feldern benutzen.)
10. Präsentiert einander in der Klasse die entstandenen Pixelbild-Geschichten.
11. Denkt gemeinsam darüber nach, welche Bilder sich gut als Pixelbilder abbilden lassen. Bei welchen Bildern ist dies schwieriger? Warum ist das so? Was ist der Unterschied zwischen deinen Bildern im Kopf und den Pixelbildern?



Bahn	Bahn	Bahn	Bahn
4	3	2	1
↘rechts	↘rechts	↘rechts	↘rechts
0	1	0	1

= 5

Bahn	Bahn	Bahn	Bahn
4	3	2	1
↘rechts	↘rechts	↘rechts	↘rechts
0	1	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
1	0	0	0

= 5  
= 2  
= 5  
= 8

## Binäre MAMA (Murmeladdiermaschine)

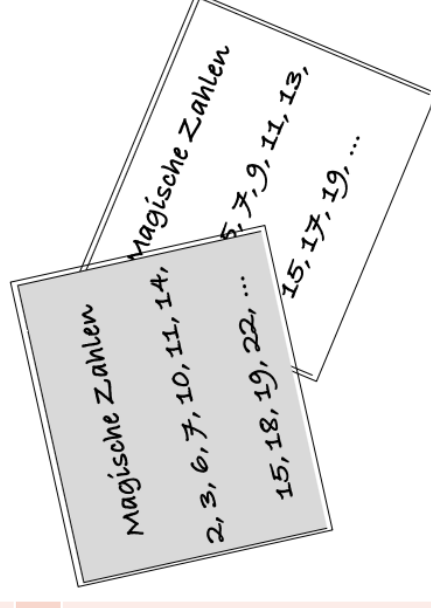
### C) Zählen im Binärsystem

1. Legt alle Raster-Bilder in der Klasse so bereit, dass die Binärcodes und die Dezimalzahlen zu sehen sind.
2. Schreibt für alle Kinder gut sichtbar die Dezimalzahlen von 1 bis 31 exakt untereinander auf.
3. Schreibt rechts neben jede Dezimalzahl ihren Binärcode auf. Zum Beispiel so:  
 Dezimalzahl 1 = Binärcode 00001  
 Dezimalzahl 2 = Binärcode 00010  
 Dezimalzahl 3 = Binärcode 00011 usw.  
 Schafft ihr das?  
 Wenn JA: fährt weiter mit D) . Wenn NEIN: Die Lehrkraft kann euch weiterhelfen

Dezimal- zahl	=	Binär- code
1	=	0 0 0 1
2	=	0 0 1 0
3	=	0 0 1 1
4	=	

### D) Ein Zaubertrick entsteht

1. Stellt sicher, dass ihr zu allen Dezimalzahlen von 1 bis 31 den richtigen Binärcode aufgeschrieben habt. Wo ihr unsicher seid: Überprüft die Binärcodes mit Hilfe der Binären MAMA.
2. Jedes Kind benötigt 5 Karten aus Pappe oder Papier in der Größe von ca. 12x20cm.
3. Nun untersucht ihr die Binärcodes.  
 Frage 1: Welche Binärcodes haben an der 1. Stelle von rechts eine 1?  
 Schreibt all diese Zahlen als Dezimalzahlen auf die erste Karte. Beginnt links oben mit Schreiben.  
 Frage 2: Welche Binärcodes haben an der 2. Stelle von rechts eine 1?  
 Schreibt all diese Zahlen als Dezimalzahlen auf die zweite Karte. Beginnt links oben mit Schreiben.  
 Frage 3: Welche Binärcodes haben an der 3. Stelle von rechts eine 1?  
 Schreibt all diese Zahlen als Dezimalzahlen auf die dritte Karte. Beginnt links oben mit Schreiben.  
 Frage 4: Welche Binärcodes haben an der 4. Stelle von rechts eine 1?  
 Schreibt all diese Zahlen als Dezimalzahlen auf die vierte Karte. Beginnt links oben mit Schreiben.  
 Frage 5: Welche Binärcodes haben an der 5. Stelle von rechts eine 1?  
 Schreibt all diese Zahlen als Dezimalzahlen auf die fünfte Karte. Beginnt links oben mit Schreiben.



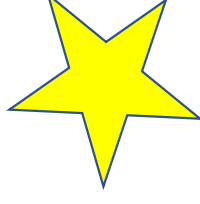
## Binäre MAMA (Murmelladdiermaschine)

### E) Gedankenlesen? Einüben und durchführen des Zaubertricks

1. Vergewissere dich, dass du die 5 Papp- oder Papierkarten vor dir hast. Auf allen 5 Karten sollen die Dezimalzahlen gut lesendlich geschrieben sein.
2. Bitte jemanden (deinen Sitznachbarn) sich eine Zahl zwischen 0 und 31 auszudenken und sich zu merken.
3. Du bist nun der Zauberer. Du zeigst deinem Gegenüber nacheinander die Zahlenkarten und stellst jedes Mal die Frage: „**Ist deine Zahl auf dieser Karte zu sehen?**“  
Ist die Antwort JA: Dann lege die Karte rechts von dir hin.  
Ist die Antwort NEIN: Dann lege die Karte links von dir hin.
4. Nimm alle „JA-Karten“ rechts von dir.
5. Addiere von all diesen Karten die jeweils erste Zahl (oben links). Die Summe ist die gemerkte Zahl!
6. Übe den Zahlenkarten-Zaubertrick so lange, bis du blitzschnell die gemerkte Zahl nennen kannst. Führe den Trick mit verschiedenen Personen durch.

### Für Fortgeschrittene:

7. Finde heraus, wie der Trick funktioniert.
8. Schreibe Zahlenkarten für einen ähnlichen Zaubertrick im Zahlenraum von 0 bis 63. Dafür musst du erst die Binärcodes der Dezimalzahlen von 0 bis 63 aufschreiben. Teste den Trick mit diesen Karten.
9. Finde heraus: wie heißt der Binärcode der Dezimalzahlen 99, 100, 120, 121, 1000?
10. Versuche zu erklären, wie eine beliebige Dezimalzahl in einen Binärcode umgewandelt werden kann.
11. Was bedeutet eigentlich „binär“? Befrage verschiedene Personen, was sie darunter verstehen. Schlage in einem Lexikon den Begriff „binär“ nach. Woher hat die Binäre MAMA (Murmelladdiermaschine) aus deiner Sicht ihren Namen erhalten?
12. Wann oder in welcher Situation sind Fragen sinnvoll, die nur mit JA oder NEIN beantwortet werden können? Wann sind diese Fragen nicht sinnvoll?



Zaubertrick?

Ein fauler Trick?

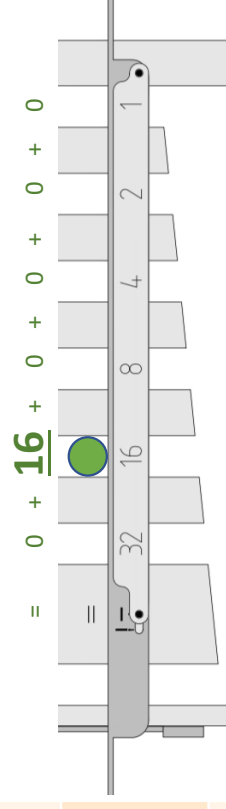
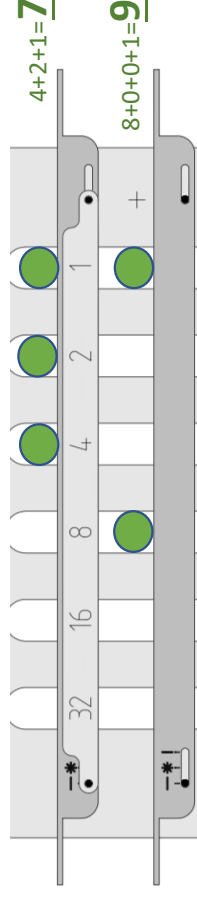
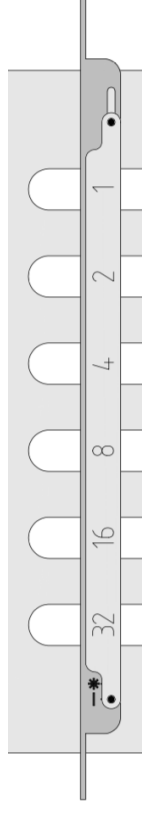
Beides?



## Binäre MAMA (Murmelladdiermaschine)

### F) Addition: 9 + 7 als Binärcodes addieren?

1. Befestige die beiden Holzleisten an der obersten und untersten Metallschiene. Die Zahlen auf den Holzleisten bezeichnen die StellenWERTE der einzelnen Bahnen.
2. Bringe die beiden oberen Metallschienen in Position „geschlossen“  .
3. Stelle die unterste Metallschiene auf Position „offen“  . Eventuell Hebel links unten anheben.
4. Du kennst dich jetzt mit Binärcodes bereits etwas aus. Lege auf die zweitoberste Metallschiene die Zahl „9“ mit Murmeln als Binärcode. Lege auf die oberste Metallschiene die Zahl „7“ mit Murmeln als Binärcode.
5. Was wird geschehen, wenn du die zweite Metallschiene mit den Murmeln ganz nach links in Position „offen“  schiebst? Tauscht in der Gruppe eure Vermutungen aus. Und testet gleich, was tatsächlich geschieht.
6. Was wird geschehen, wenn du jetzt auch die oberste Metallschiene mit den Murmeln ganz nach links in Position „offen“ schiebst? Tauscht in der Gruppe eure Vermutungen aus. Testet, was tatsächlich geschieht.
7. **Gratulation!** Du hast eben die Binärcodes [001001] und [000111] addiert! Und, welche von euren Vermutungen treffen zu/nicht zu? Weshalb?
8. Schiebe die unterste Metallschiene nach links bis sie einrastet. Das Resultat liegt jetzt als Murmelmuster schön auf dem Resultatschieber: [010000], also „16“! Wenn du den kleinen Hebel am linken Seitenrand anhebst, so bringst du die Maschine wieder in den Anfangszustand, in Technik-Sprache: „Ausgangsposition“.
9. Versuche nun weitere selbstgewählte Zahlen zu addieren. Steige dazu bei 2. in den Algorithmus ein.  
Zusatzfragen: Welche Additionen sind spannend? Weshalb? Ist das immer so? Welche Additionen kann die Maschine nicht lösen? Weshalb? Was müsste anders sein?





Beilage zu:

## Bedienungsanleitung Binäre MAMA (Murmeladdiermaschine)

Zur Bearbeitung der Aufgaben

- A)** Dezimalzahlen in Binär codes umwandeln und
  - B)** Binär codes in Puzzle-Pixelbilder und Pixelbild-Geschichten verwandeln
- benötigen Sie die Raster-Bild Vorlagen in diesem Dokument, die Sie beliebig oft kopieren und gerne auch an Dritte weitergeben können. Damit es spannend bleibt, liefern wir keine Lösungsvorlagen mit.

Am besten halbieren Sie die A4-Ausdrucke oder Kopien in der Hälfte. Werden die jeweils 4 zusammengehörenden Puzzle-Teile am Ende richtig zusammengesetzt, so entsteht ein Puzzle-Pixelbild der Größe 8x8 Felder (bei Bild Nr. 1 und 2) oder der Größe 10x10 Felder (bei Bild 11 und 12).

Bei den insgesamt 4 (versteckten) Bildern, die dieses Dokument enthält, bedeutet dies: es sind 16 einzelne Puzzle-Teile von 4x4 oder 5x5 Feldern mit Hilfe der Binären MAMA zu entschlüsseln.

Die Lehrkraft entscheidet selber, wie viele Puzzle-Teile sie einer Gruppe von 2 bis 4 Kindern zum Knobeln und Entschlüsseln geben möchte.

Für Fortgeschrittene und Informatiker\*innen: Keine Sorge, die blanko Raster-Blätter in dieser Beilage halten auch für Sie eine schöne Herausforderung bereit!

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn  
5 4 3 2 1  
von von von von von  
rechts rechts rechts rechts rechts


= 0  
= 16  
= 24  
= 28  
= 30

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 11

PuzzlePixelbilder\_Binäre\_MAMA\_2019\_Version1

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 11

Bahn 4 v.rechts	Bahn 3 v.rechts	Bahn 2 v.rechts	Bahn 1 v.rechts

**= 0**

Bahn 4 v.rechts	Bahn 3 v.rechts	Bahn 2 v.rechts	Bahn 1 v.rechts

**= 6**

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 1

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 1

Bahn 4 v.rechts  
 Bahn 3 v.rechts  
 Bahn 2 v.rechts  
 Bahn 1 v.rechts


**= 3**

**= 1**

**= 1**

**= 3**

Bahn 4 v.rechts  
 Bahn 3 v.rechts  
 Bahn 2 v.rechts  
 Bahn 1 v.rechts


**= 15**

**= 1**

**= 1**

**= 3**

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 1

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 1

Bahn 4 v.rechts  
 Bahn 3 v.rechts  
 Bahn 2 v.rechts  
 Bahn 1 v.rechts


**= 14**

**= 4**

**= 0**

**= 1**

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 2

Bahn 4 v.rechts  
 Bahn 3 v.rechts  
 Bahn 2 v.rechts  
 Bahn 1 v.rechts


**= 7**

**= 2**

**= 0**

**= 8**

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 2

Bahn 4 v.rechts  
 Bahn 3 v.rechts  
 Bahn 2 v.rechts  
 Bahn 1 v.rechts


**= 1**

**= 8**

**= 4**

**= 3**

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 2

Bahn 4 v.rechts  
 Bahn 3 v.rechts  
 Bahn 2 v.rechts  
 Bahn 1 v.rechts


**= 8**

**= 1**

**= 2**

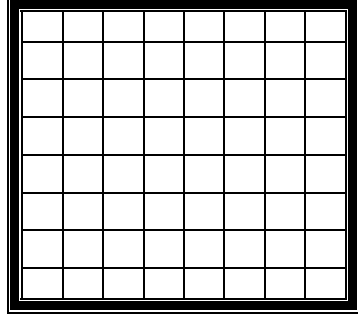
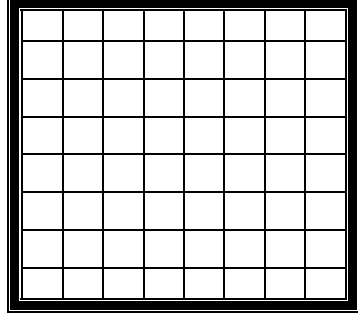
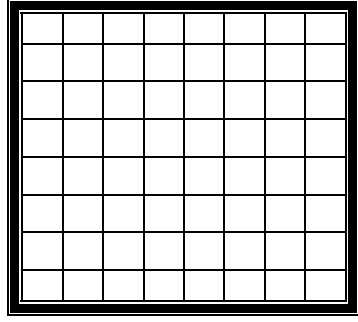
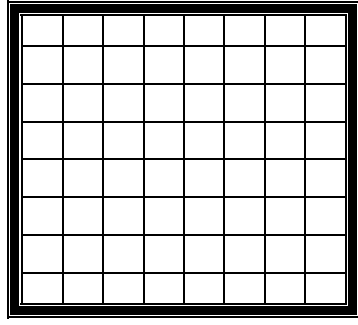
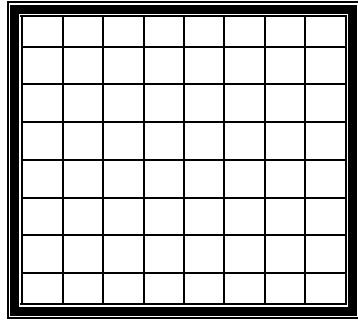
**=12**

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 2

## Eigene Pixel-Bilder der Größe 8x8 herstellen:

Für Fortgeschrittene und Informatiker\*innen:

Hier ist Platz für Eigenkreationen reserviert! Gelungene Pixel-Bilder können ausgewählt, geviertelt und in die 4x4 blanko Raster-Blätter übertragen werden. Werden danach die schwarz-weißen Muster jeder einzelnen Zeile in Binärcodes umgewandelt, so lassen sich diese in Dezimalzahlen übersetzen. Auf diese Weise erstellen Sie Ihre eigenen Vorlagen.



## WANTED:

Fürs Buchprojekt suchen wir gelungene Eigenkreationen!

Einige werden von uns ausgewählt und ins geplante Buchprojekt integriert.

Machen Sie mit und senden Sie maximal 4 Pixel-Bilder pro Person per E-Mail an [pemberger@echt-dabei.de](mailto:pemberger@echt-dabei.de)

Die Zeichner\*innen der veröffentlichten Pixel-Bilder erhalten 1 Ex. des Buches!

Bahn Bahn Bahn Bahn  
4 3 2 1  
v.rechts v.rechts v.rechts v.rechts




Bahn Bahn Bahn Bahn  
4 3 2 1  
v.rechts v.rechts v.rechts v.rechts




Raster-Blatt blanko Größe 4x4 Nr. \_\_\_\_\_

Raster-Blatt blanko Größe 4x4 Nr. \_\_\_\_\_

Bahn Bahn Bahn Bahn  
4 3 2 1  
v.rechts v.rechts v.rechts v.rechts




Bahn Bahn Bahn Bahn  
4 3 2 1  
v.rechts v.rechts v.rechts v.rechts




Raster-Blatt blanko Größe 4x4 Nr. \_\_\_\_\_

Raster-Blatt blanko Größe 4x4 Nr. \_\_\_\_\_

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von von von von  
rechts rechts rechts rechts rechts


**= 1**

**= 1**

**= 3**

**= 7**

**= 15**

*Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 11*

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von von von von  
rechts rechts rechts rechts rechts


**= 0**

**= 16**

**= 24**

**= 28**

**= 30**

*Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 11*

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 4 von rechts 3 von rechts 2 von rechts 1 von rechts


**= 31**

**= 1**

**= 31**

**= 31**

**= 15**

*Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 11*

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 4 von rechts 3 von rechts 2 von rechts 1 von rechts


**= 31**

**= 0**

**= 31**

**= 30**

**= 28**

*Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 11*

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts  
4 von rechts  
3 von rechts  
2 von rechts  
1 von rechts


**= 17**

**= 9**

**= 5**

**= 3**

**= 31**

*Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 12*

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts  
4 von rechts  
3 von rechts  
2 von rechts  
1 von rechts


**= 2**

**= 4**

**= 8**

**= 16**

**= 30**

*Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 12*

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 4 von rechts 3 von rechts 2 von rechts 1 von rechts


= 3

= 5

= 9

= 17

= 0

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 12

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 4 von rechts 3 von rechts 2 von rechts 1 von rechts


= 16

= 8

= 4

= 2

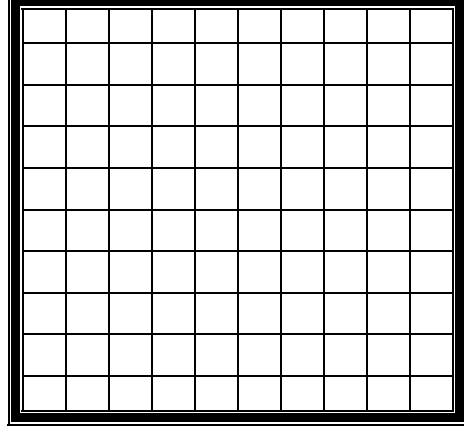
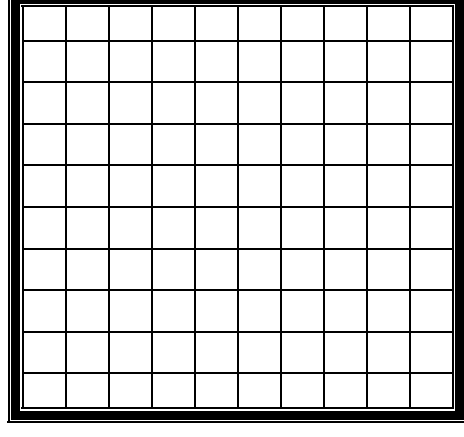
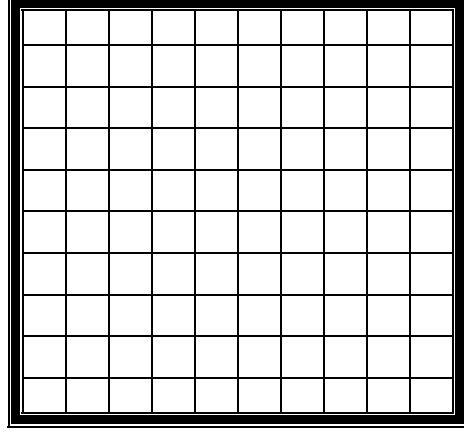
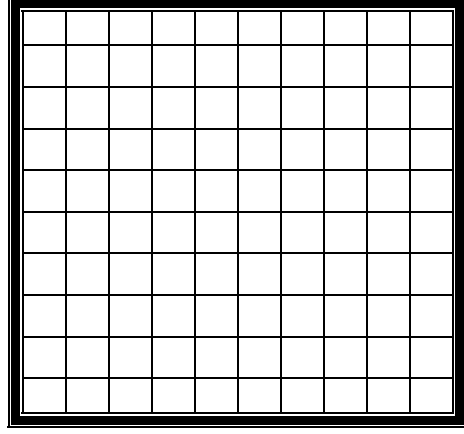
= 0

Raster-Blatt zu Pixel-Bild Nr. 12

## Eigene Pixel-Bilder der Größe 10x10 herstellen:

Für Fortgeschrittene und Informatiker\*innen:

Hier ist Platz für Eigenkreationen reserviert! Gelungene Pixel-Bilder können ausgewählt, geviertelt und in die 5x5 blanko Raster-Blätter übertragen werden. Werden danach die schwarz-weißen Muster jeder einzelnen Zeile in Binärcodes umgewandelt, so lassen sich diese in Dezimalzahlen übersetzen. Auf diese Weise erstellen Sie Ihre eigenen Vorlagen.



## WANTED:

Fürs Buchprojekt suchen wir gelungene Eigenkreationen!

Einige werden von uns ausgewählt und ins geplante Buchprojekt integriert.

Machen Sie mit und senden Sie maximal 4 Pixel-Bilder pro Person per E-Mail an [pemberger@echt-dabei.de](mailto:pemberger@echt-dabei.de)

Die Zeichner\*innen der veröffentlichten Pixel-Bilder erhalten 1 Ex. des Buches!

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 1  
von rechts von rechts


=  
=  
=  
=  
=

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 1  
von rechts von rechts


=  
=  
=  
=  
=

Raster-Blatt blanko Größe 5x5 Nr. \_\_\_\_\_

Raster-Blatt blanko Größe 5x5 Nr. \_\_\_\_\_

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 4 von rechts 3 von rechts 2 von rechts 1 von rechts


= —  
= —  
= —  
= —  
= —

Raster-Blatt blanko Größe 5x5 Nr. \_\_\_\_\_

Bahn Bahn Bahn Bahn Bahn

5 von rechts 4 von rechts 3 von rechts 2 von rechts 1 von rechts


= —  
= —  
= —  
= —  
= —

Raster-Blatt blanko Größe 5x5 Nr. \_\_\_\_\_