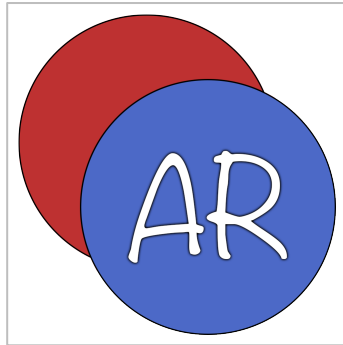


AR-App *Rechen-StAR*



Leitfaden für Lehrerinnen und Lehrer

Version, Oktober 2024

Gefördert durch
Ministerium der Finanzen und für Wissenschaft des Saarlandes

Allgemeines

Inhaltsverzeichnis

1. Theoretischer Hintergrund
2. Grundidee der AR- App Rechen-StAR
3. Funktionen der AR-App Rechen-StAR
4. Aufgaben
 - 4.1 Freies Erproben der App
 - 4.2 Zahlen darstellen
 - 4.3 Simultanes und quasi-simultanes Erfassen
 - 4.4 Zahlzerlegung
 - 4.5 Additionsaufgaben und Subtraktionsaufgaben
 - 4.6 Rechenstrategien und Rechengesetze
 - 4.7 Verknüpfung von Zwanzigerfeld und Zahlenstrahl

AR-App Download für iOS- Geräte

LINK und QR-Code zur App folgt

Materialien für die AR-App

LINK folgt (Materialien: Zwanzigerfeld, Plättchen, Marker...)

Autorinnen des Leitfadens

Christina Bierbrauer, Universität des Saarlandes

Melanie Platz, Universität des Saarlandes

Laura Monz, Universität des Saarlandes

1 Theoretischer Hintergrund

Allgemeines

Immer mehr Schülerinnen und Schüler der Primarstufe zeigen Schwierigkeiten im Inhaltsbereich Zahl und Operation. Um Rechenschwierigkeiten entgegenzuwirken müssen folgende Aspekte beim Mathematiklernen gefördert werden: tragfähiges Zahlverständnis, tragfähiges Operationsverständnis, tragfähiges Stellenwertverständnis sowie die Ablösung vom zählenden Rechnen (Wartha & Schulz, 2019). Das Lernen mit digitalen Medien soll das analoge Lernen nicht ersetzen, das in der Primarstufe bedeutsam ist, um ein "Be-greifen" mathematischer Inhalte zu ermöglichen. Die Technologie Augmented Reality (AR) verknüpft Potenziale der realen Welt mit der digitalen Welt und bietet Chancen für das Lernen im Kindesalter. Insbesondere der Aufbau mentaler Vorstellungsbilder kann unterstützt werden. Dies ist ein großes Potenzial dieser neuen Technologie, denn einigen Kindern gelingt der Schritt vom konkreten Handeln mit herkömmlichen, analogen Arbeitsmitteln zum Operieren in der Vorstellung nicht (Wartha & Schulz, 2019), was Rechenschwierigkeiten nach sich zieht.

Die App *Rechen-StAR* ist geeignet für den Arithmetikunterricht (insbesondere Anfangsunterricht) und nutzt die Technologie AR. Das allgemeine Ziel der App ist die Kinder beim Schritt vom konkreten Handeln mit Plättchen zum Operieren in der Vorstellung zu unterstützen. Dabei werden flächige Darstellungen (Zwanzigerfeld) und lineare Darstellungen (Zahlenstrahl oder Rechenstrich) verknüpft, wodurch Kardinalzahl- und Ordinalzahlaspekt verbunden werden.

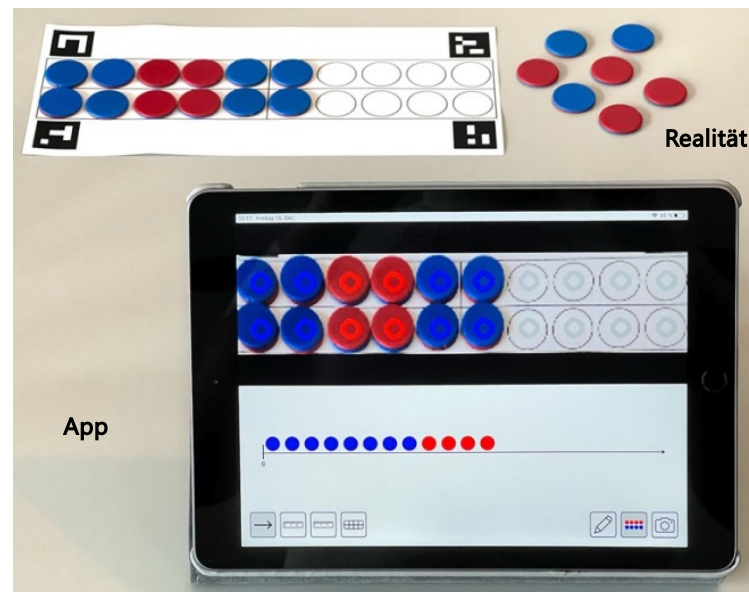
Zwanzigerfeld und Zahlenstrahl

Das Zwanzigerfeld und der Zahlenstrahl sind verbreitete Arbeitsmittel beim Lernen und Lehren arithmetischer Inhalte im mathematischen Anfangsunterricht.

Das **Zwanzigerfeld** ist ein vorstrukturiertes Arbeitsmittel (5er und 10er Struktur) und wird in Kombination mit unstrukturierten Wendeplättchen genutzt. Das Zwanzigerfeld beinhaltet vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Zahlenraum bis 20, z.B. Aufbau mentaler Vorstellungsbilder, Mengenerfassung oder (mentales) Operieren bei Rechenaufgaben (Padberg & Benz, 2021). Das Arbeitsmittel fokussiert vorrangig Mengen und somit den **Kardinalzahlaspekt**.

Der **Zahlenstrahl** ist ein Arbeitsmittel mit Fokus auf dem **Ordinalzahlaspekt** und stellt mit Orientierungspunkten Zahlen innerhalb der Zahlreihe dar (Schulz & Wartha, 2021). Am Zahlenstrahl können leicht die Rangplätze der Zahlen abgelesen werden, jedoch ist es aufgrund der linearen Darstellungsform schwierig die Zahlen hinsichtlich des Mengenaspekts zu betrachten. Die Darstellung von Plättchen im Zahlenstrahl zur Visualisierung der Einerstrecken könnte in diesem Fall ein erster sinnvoller Schritt sein (Schulz & Wartha, 2021).

2 Grundidee der AR-App Rechen-StAR



Kombination Zwanzigerfeld und Zahlenstrahl sowie analog und digital

Die AR-App *Rechen-StAR* kombiniert Potentiale der Arbeitsmittel Zwanzigerfeld als flächige Darstellung und Zahlenstrahl bzw. Rechenstrich als lineare Darstellung. Insbesondere die Verknüpfung von Kardinalaspekt und Ordinalzahlaspekt soll durch die App unterstützt werden.

Kombination von analog und digital – Augmented Reality

Ein besonderer Aspekt der App *Rechen-StAR* ist, dass durch die AR Technologie eine Erweiterung der Realität (reales Zwanzigerfeld) mit digitalen Inhalten stattfindet. Das Legen von Plättchen am realen Zwanzigerfeld wird verknüpft mit der digitalen Darstellung am digitalen Zwanzigerfeld und am digitalen Zahlenstrahl bzw. Rechenstrich.

Synchronität und Vernetzung der Darstellungen

Im realen Zwanzigerfeld werden *enaktiv* rote und blaue Plättchen sowie auch Fünferstreifen und Zehnerstreifen gelegt. Die App *Rechen-StAR* erkennt mit Hilfe von Markern die Darstellung und bildet diese *ikonisch* sowohl im digitalen Zwanzigerfeld als auch gleichzeitig im digitalen Zahlenstrahl ab. Eine Veränderung der Plättchen am realen Zwanzigerfeld erwirkt automatisch die Anpassung der Darstellung in der App (Synchronität und Verknüpfung der Darstellungen). Mit der Stiftfunktion können Lernende als symbolische Darstellung Notizen einfügen.

Förderung mathematischer Kompetenzen und Kompetenzen der Medienbildung

Die Arbeit mit der App *Rechen-StAR* kann inhaltsbezogene mathematische Kompetenzen im Bereich *Zahl und Operation* sowie sämtliche prozessbezogene mathematische Kompetenzen (*mathematisch argumentieren, Probleme mathematisch lösen, mathematisch darstellen, mit mathematischen Objekten und Werkzeugen arbeiten, mathematisch modellieren, mathematisch kommunizieren*) (KMK 2022) fördern. In Anlehnung an die Kompetenzen der Medienbildung und der informatischen Bildung werden durch die Arbeit mit der App die Kompetenzbereiche *Bedienen und Anwenden* sowie *Kommunizieren und Kooperieren* unterstützt (siehe Basiscurriculum – Medienbildung und informatische Bildung).

3 AR-App Rechen-StAR

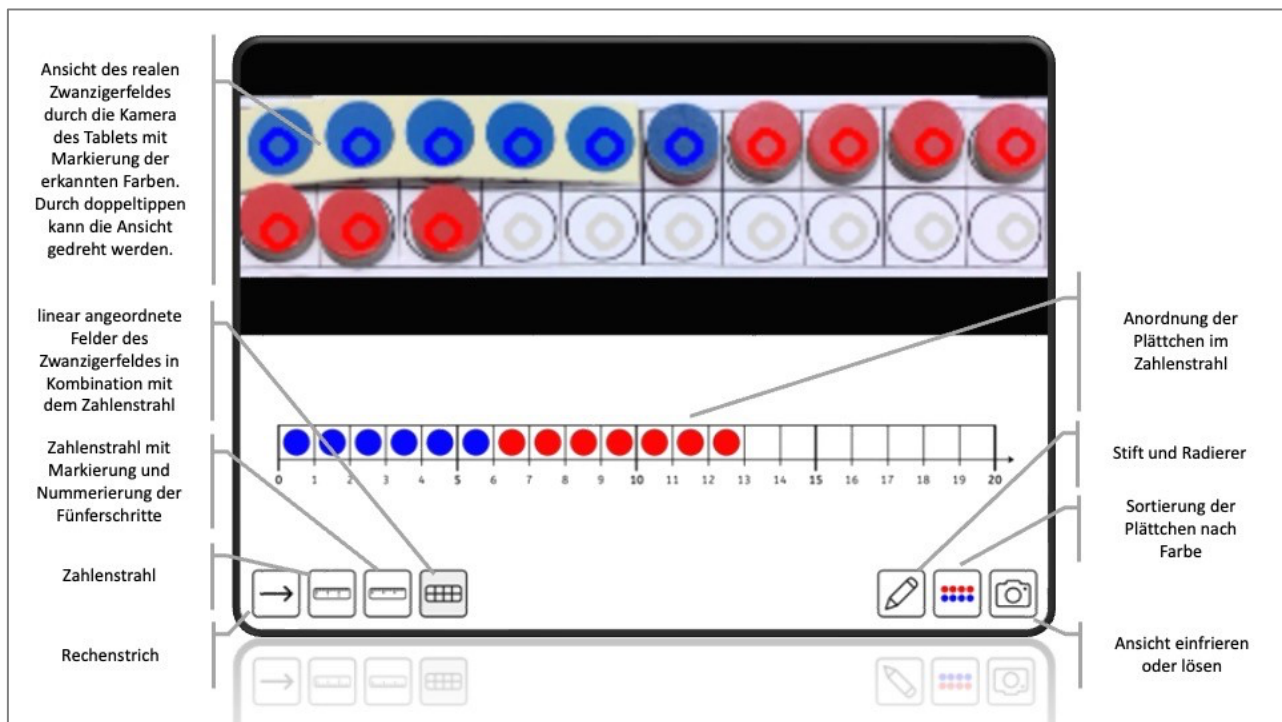
Materialien für die Arbeit mit der App

Die Tablet App *Rechen-StAR* erkennt mit Hilfe von vier Markern die Anzahl und die Farbe der gelegten Plättchen sowie Fünferstreifen und Zehnerstreifen am realen Zwanzigerfeld. Beim Arbeiten mit der App ist das Tablet auf einem Tabletständer positioniert.

Folgende Materialien werden für die Arbeit mit der Tablet-App *Rechen-StAR* benötigt:

- Zwanzigerfeld mit Markern
- Plättchen, Fünferstreifen, Zehnerstreifen
- Tablet mit App
- Tabletständer
- Passende Aufgaben

Ansicht der App *Rechen-StAR*



Im oberen Bereich des Bildschirms der App *Rechen-StAR* ist das reale Zwanzigerfeld abgebildet. Die Anzahl und die Farbe der gelegten Plättchen erkennt die App. Im mittleren Bereich des Bildschirms ist in Verknüpfung mit dem Zwanzigerfeld ein digitaler Zahlenstrahl bzw. Rechenstrich abgebildet. Im Unteren Bereich befinden sich verschiedene Schaltflächen, die während des Arbeitens mit der App gewählt werden können.

Funktionen der App *Rechen-StAR*

Funktionen der App <i>Rechen-StAR</i>		
Ansicht	Drehen des Zwanzigerfeldes für Partnerarbeit	Durch Doppeltippen auf den Bildschirm wird die Ansicht des Zwanzigerfeldes gedreht, sodass mehrere Lernende die gleiche Ansicht auf das reale bzw. das digitale Zwanzigerfeld haben.
	 Ansicht einfrieren oder lösen	Die Ansicht des Zwanzigerfeldes und des Zahlenstrahls in der App kann eingefroren werden. Veränderungen am Zwanzigerfeld werden erst wieder nach dem Lösen der Ansicht dargestellt.
Zahlenstrahl und Rechenstrich	 Rechenstrich	Ein Rechenstrich mit der Anzahl der Plättchen am Zwanzigerfeld wird abgebildet.
	 Zahlenstrahl	Ein Zahlenstrahl mit Markierung und Nummerierung der Eineschritte wird abgebildet.
	 Zahlenstrahl in Fünferschritten	Ein Zahlenstrahl mit Markierung und Nummerierung der Fünferschritte wird abgebildet.
	 Linear angeordnete Felder des Zwanzigerfeldes mit Zahlenstrahl	Um der Gestalt des Zwanzigerfeldes zu ähneln, wird ein Gitter an den Zahlenstrahl gelegt, damit die einzelnen Plättchen getrennt sind und jeweils nur ein Plättchen in einer Zelle ist.
Weitere Einstellungen	 Automatisches Strukturieren der Plättchen nach Farbe	Die Plättchen werden im digitalen Zwanzigerfeld und im Zahlenstrahl auf Knopfdruck farblich sortiert dargestellt, beginnend mit der Farbe (rot oder blau) des ersten gelegten Plättchens am realen Zwanzigerfeld.
	 Stift und Radierer	Mit dem Stift können eigene Notizen auf dem Bildschirm gemacht werden. Bei erneuter Auswahl des Feldes kann mit dem Radierer alles Geschriebene gelöscht werden.

4 Aufgaben

Die App *Rechen-StAR* ist als virtuelles Arbeitsmittel vielfältig im Mathematikunterricht, insbesondere im Anfangsunterricht, der Primarstufe einsetzbar. Die App beinhaltet keine Aufgabenstellungen, so dass zielgerichtete Arbeitsaufträge beim Arbeiten mit der App benötigt werden.

Für die Arbeit mit der App *Rechen-StAR* ist es bedeutsam, dass die Kinder sich mit den grundlegenden Funktionen der App auskennen. Zum Einstieg kann ein freies Erproben der App *Rechen-StAR* mit dem realen Zwanzigerfeld stattfinden. Im Anschluss können gezielte Aufgaben mit der App bearbeitet werden. Nachfolgend werden Anregungen für mögliche Aufgaben für die Arbeit mit der App *Rechen-StAR* aufgeführt.

4.1 Freies Erproben der App

Grundlegende Funktionen der App können durch freies Erproben selbst entdeckt und auch im gemeinsamen Gespräch besprochen werden.

Zwanzigerfeld

- *Was ist ein Zwanzigerfeld?*
- *Was sind Wendeplättchen?*
- *Wofür werden Fünferstreifen und Zehnerstreifen benötigt?*

Zahlenstrahl und Rechenstrich

- *Was ist ein Zahlenstrahl? Was ist ein Rechenstrich?*
- *Wie ist der Zahlenstrahl strukturiert? Wie ist der Rechenstrich strukturiert?*

Erproben der App

- *Was sieht man in der App und was bedeutet das?*
- *Was passiert in der App, wenn du einzelne Plättchen, Fünferstreifen oder Zehnerstreifen dazulegst oder wegnimmst?*
- *Was passiert in der App, wenn du Plättchen wendest?*
- Wähle  aus. *Was passiert jetzt, wenn ihr Plättchen dazulegt, wegnehmt oder umdreht?*
- Wähle     aus. *Was passiert jeweils? Beschreibe.*
- Wähle  aus und mache selbst Notizen in der App.
- Wähle  aus. *Was passiert mit den Plättchen im Zwanzigerfeld und im Zahlenstrahl?*

4.2 Zahlen darstellen

Am realen Zwanzigerfeld legen die Kinder mit einzelnen Plättchen, Fünferstreifen und Zehnerstreifen Zahlen/ vorgegebene Anzahlen. Die Kinder können ihre Materialhandlungen sprachlich begleiten (z.B. „Zuerst lege ich einen Fünferstreifen und dann drei einzelne Plättchen in die obere Zeile des Zwanzigerfeldes.“).

- *Lege eine Zahl am realen Zwanzigerfeld. Was passiert in der App-Rechen-StAR am Zwanzigerfeld und am Zahlenstrahl bzw. Rechenstrich?*
- *Lege möglichst geschickt mit Plättchen, Fünferstreifen und Zehnerstreifen die Zahl 12.*
- *Finde verschiedene Möglichkeiten die Zahl 11 mit Plättchen, Fünferstreifen und Zehnerstreifen zu legen.*

4.3 Simultanes und quasi-simultanes Erfassen

Das simultane und quasi-simultane Erfassen von Plättchenanzahlen kann mit der App *Rechen-StAR* geübt werden. Die Lehrperson legt Plättchen am realen Zwanzigerfeld und die Kinder erfassen mit Hilfe der Strukturierungen (5er und 10er-Struktur) am Zwanzigerfeld und am Zahlenstrahl die Anzahl und benennen diese mit dem entsprechenden Zahlwort.

- *Wie viele Plättchen sind im Zwanzigerfeld? Wie kannst du schnell erkennen wie viele Plättchen im Zwanzigerfeld liegen?*
- *Wie viele Plättchen siehst du im Zahlenstrahl? Wie kannst du die Plättchen schnell erkennen? / Die wievielte Zahl ist im Zahlenstrahl markiert? Wie kannst du dies schnell erkennen? (Geht das auch für Zahlenstrahl??, Anzahl ist Kardinalzahlaspekt und Zahlenstrahl fokussiert Ordinalzahl)*
- *Erkennst du die Anzahl der Plättchen schneller im Zwanzigerfeld oder im Zahlenstrahl?*

4.4 Zahlzerlegung

Die Zahlzerlegung ist bedeutsam im Anfangsunterricht. Am realen Zwanzigerfeld können die Kinder zunächst eine Zahl mit roten oder blauen Plättchen und anschließend diese Zahl durch Wenden eines Plättchen mit roten und blauen Plättchen darstellen. Die Zerlegungen können in Zerlegungshäusern oder als Additionsaufgaben aufgeschrieben werden.

- *Lege eine Zahl im Zwanzigerfeld mit Plättchen einer Farbe.*
- *Wende immer ein Plättchen, sodass du die Zahl aus roten und blauen Plättchen legst. Finde alle Möglichkeiten und schreibe sie auf.*

4.5 Additionsaufgaben und Subtraktionsaufgaben

Additionsaufgaben können die Kinder am realen Zwanzigerfeld die Anzahl der Summanden mit roten und blauen Plättchen legen. Die Summe wird möglichst mit Nutzung der Strukturierungen am Zwanzigerfeld und/oder am Zahlenstrahl ermittelt. Auch Subtraktionsaufgaben können mit Hilfe der App bearbeitet werden, indem zunächst die Anzahl der Plättchen des Minuenden in einer Farbe gelegt werden und dann die Anzahl der Plättchen des Subtrahenden entweder weggenommen werden oder umgedreht werden. Notizen können die Kinder mit der Stiftfunktion in der App machen.

- *Lege die Aufgabe $7+8$. Weitere Additionsaufgaben können gelegt werden.*
- *Lege die Aufgabe $13-3$. Weitere Subtraktionsaufgaben können gelegt werden.*
- *Löse verschiedene Plus- und Minusaufgaben mit der App.*
- *Legen Sie die Rechenaufgabe $6 + 8$ im Zwanzigerfeld mit Plättchen, Fünferstreifen und Zehnerstreifen. Welche Möglichkeiten gibt es?*
- *Wie verändert sich das Ergebnis, wenn du ein Plättchen dazu legst oder wegnimmst?*

4.6 Rechenstrategien und Rechengesetze

Mit Hilfe der App *Rechen-StAR* können schon Rechenstrategien und Rechengesetze bereits im Anfangsunterricht angebahnt werden.

Gegensinniges Verändern

- *Was passiert am digitalen Zwanzigerfeld und am Zahlenstrahl der App *Rechen-StAR*, wenn du den ersten Summanden um eins erhöhst und den zweiten Summanden um eins erniedrigst?*
- *Wende am Zwanzigerfeld ein Plättchen eines Summanden. Wie heißt die Additionsaufgabe jetzt? Wie ist die Summe?*
- *Lege die Aufgabe $6 + 6$ ($7+8$, $4 + 7$...) am Zwanzigerfeld. Wende ein Plättchen. Wie heißt die Aufgabe jetzt? Was passiert mit dem ersten Summanden und mit dem zweiten Summanden und mit der Summe?*

Analogieaufgaben

- *Lege die Aufgabe $6 + 2$ (kleine Aufgabe) mit Plättchen und Fünferstreifen am Zwanzigerfeld. Lege die Aufgabe $14 + 2$ (große Aufgabe) mit Plättchen, Fünferstreifen und Zehnerstreifen am Zwanzigerfeld. Was fällt dir auf? Vergleiche die Ergebnisse.*

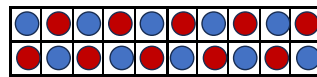
Tauschaufgabe / Kommutativgesetz

- *Lege die Aufgabe $8 + 6$ und schreibe das Ergebnis auf. Lege die Aufgabe $6 + 8$ und schreibe das Ergebnis auf. Was fällt dir auf?*

4.7 Verknüpfung von Zwanzigerfeld und Zahlenstrahl

Die App *Rechen-StAR* beinhaltet eine Verknüpfung von Zwanzigerfeld, welches den Kardinalzahlaspekt fokussiert, und Zahlenstrahl bzw. Rechenstrich welche eher den Ordinalzahlaspekt fokussieren. Durch gezielte Fragen können die Kinder auf die Verknüpfung aufmerksam gemacht werden.

- Was sind Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Zahlenstrahl und Zwanzigerfeld?
- Wo sieht man die Null am Zwanzigerfeld? Wo sieht man die Null am Zahlenstrahl?
- Was passiert am digitalen Zwanzigerfeld und am Zahlenstrahl der App *Rechen-StAR*, wenn du Plättchen am (realen) Zwanzigerfeld legst?
- Lege eine Zahl mit Plättchen am realen Zwanzigerfeld. Was siehst du am digitalen Zwanzigerfeld? Was siehst du am Zahlenstrahl bzw. am Rechenstrich?
- Was passiert am digitalen Zwanzigerfeld und am Zahlenstrahl der App *Rechen-StAR*, wenn du ein Plättchen am (realen) Zwanzigerfeld hinzufügst oder wegnimmst?
- Was passiert am digitalen Zwanzigerfeld und am Zahlenstrahl der App *Rechen-StAR*, wenn du ein (rotes oder blaues) Plättchen am (realen) Zwanzigerfeld wendest?
- Was passiert am digitalen Zwanzigerfeld und am Zahlenstrahl der App *Rechen-StAR*, wenn du den ersten oder zweiten Summanden erhöhst oder erniedrigst?
- Markiere mit dem Stift in der App eine Zahl am Zahlenstrahl. Lege nun die Zahl mit Plättchen im realen Zwanzigerfeld.



- Lege das Muster am Zwanzigerfeld.
Wie viele rote und wie viele blaue Plättchen brauchst du? Wie sieht das Muster am Zahlenstrahl aus? Sortiere die Plättchen in der App nach der Farbe? Was passiert im Zwanzigerfeld und im Zahlenstrahl?
- Legt das Muster am realen Zwanzigerfeld.
Wie viele rote und wie viele blaue Plättchen brauchst du? Wie sieht das Muster am Zwanzigerfeld aus? Sortiere die Plättchen in der App nach der Farbe? Was passiert im Zwanzigerfeld und im Zahlenstrahl?
- Lege ein eigenes Muster im Zwanzigerfeld. Wie sieht das Muster im Zahlenstrahl aus?

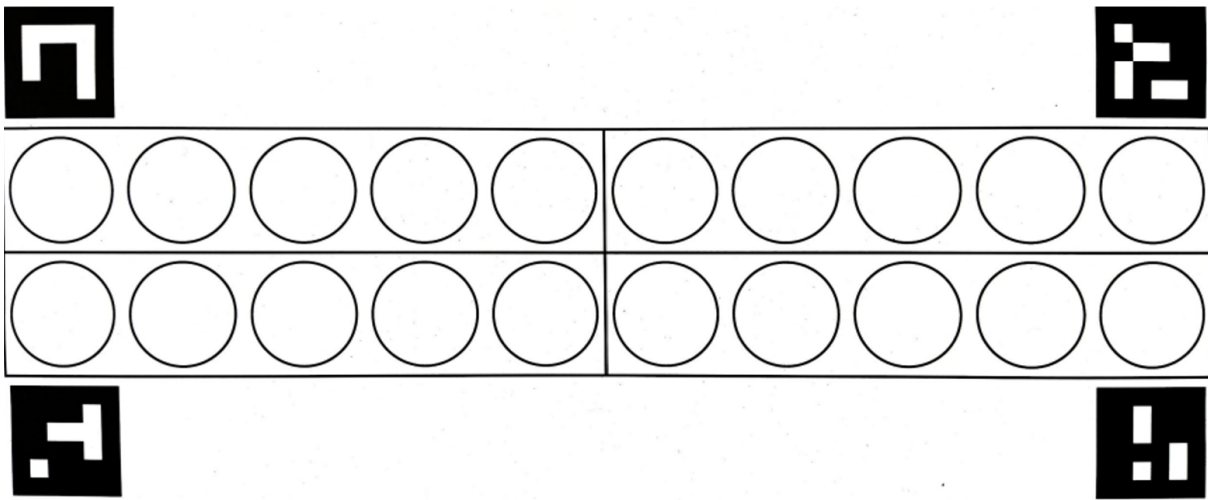


Quellen

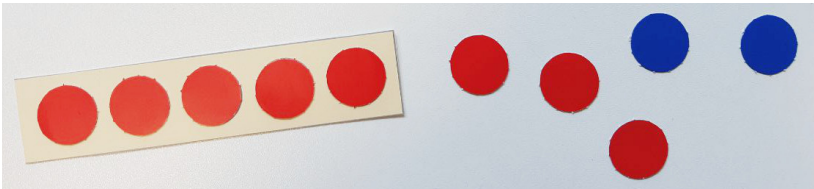
- Kultusministerkonferenz [KMK] (2022). Bildungsstandards für das Fach Mathematik Primarbereich. Verfügbar unter: https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf
- Ministerium für Bildung und Kultur Saarland [MBKS] (2019). Basiscurriculum Medienbildung und informatische Bildung, Klassenstufen 1 bis 10. Verfügbar unter: https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mbk/Bildungsserver/Unterricht_und_Bildungsthemen/Medienbildung/Basiscurriculum.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Padberg, F. & Benz, C. (2021). Didaktik der Arithmetik (5. Aufl.). Springer Spektrum.
- Schulz, A. & Wartha, S. (2021). Zahlen und Operationen am Übergang Primar-/Sekundarstufe. Grundvorstellungen aufbauen, festigen, vernetzen. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Wartha, S. & Schulz, A. (2019). Rechenproblemen vorbeugen. Berlin: Cornelsen.

Materialien

Zwanzigerfeld mit Markern



Wendeplättchen, Fünferstreifen, Zehnerstreifen aus handelsüblichem Schulbedarf nutzen



Wendeplättchen, Fünferstreifen, Zehnerstreifen selbst basteln

PIKAS (2020). Verfügbar unter: <https://pikas.dzlm.de/pikasfiles/uploads/upload/Material/lernen-auf-distanz/lad-zwanzigerfeld-zum-ausschneiden.pdf>