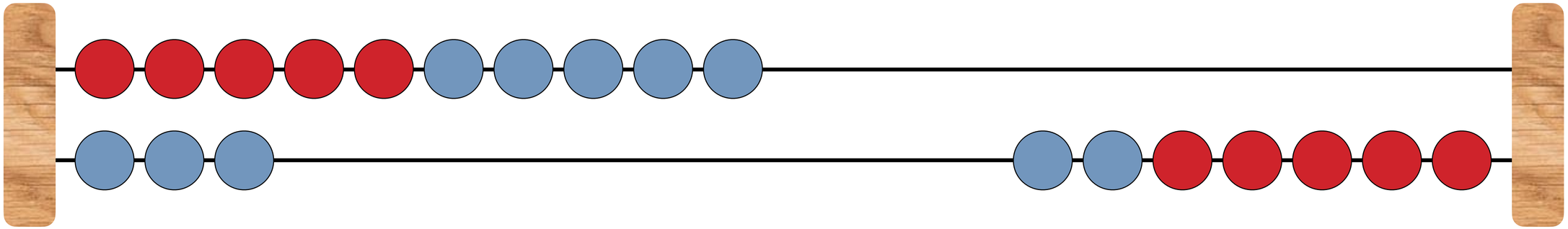
Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen in der Primarstufe

Identifikation und individuelle Förderung mittels Eye-Tracking

Dr. Lukas Baumanns

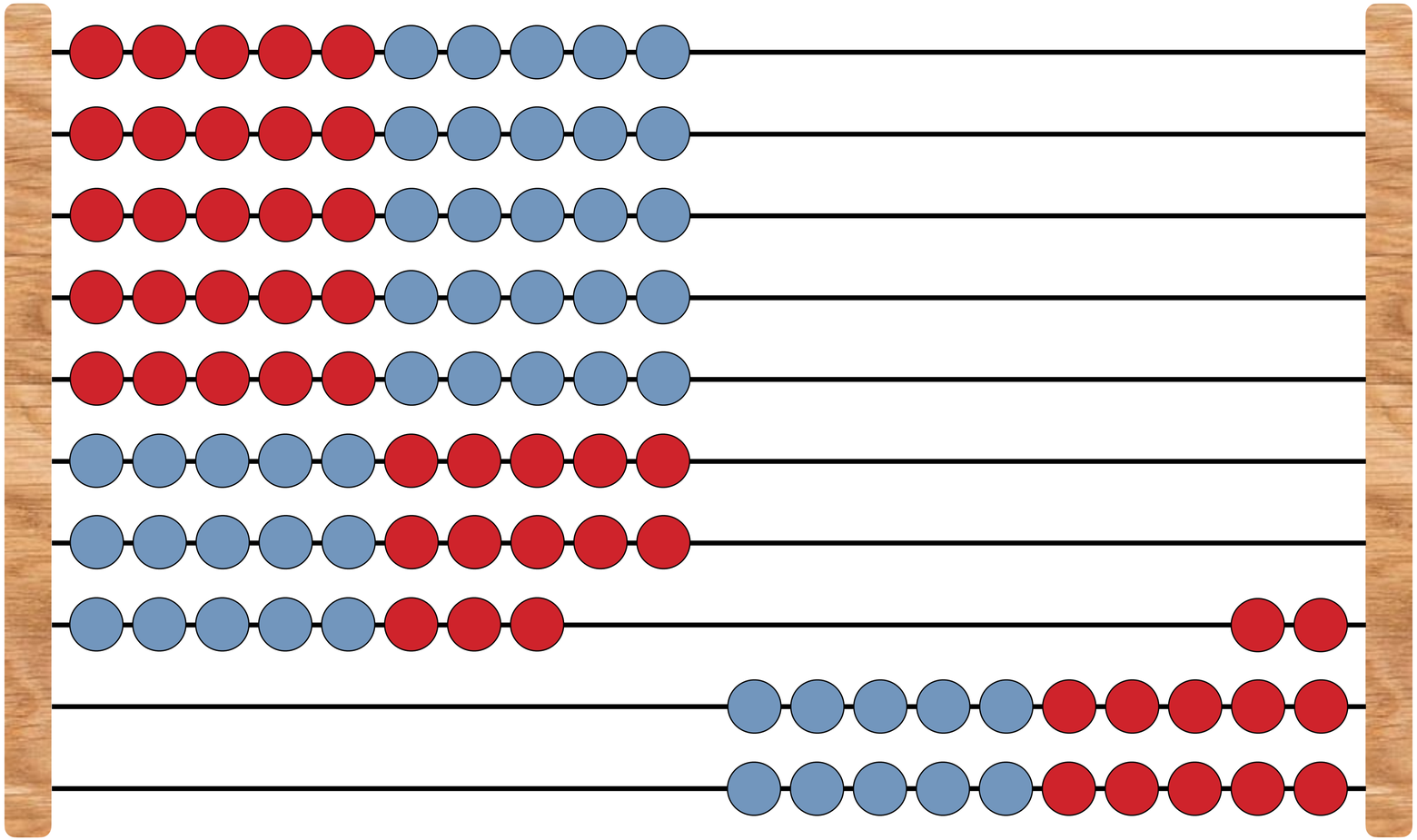
Schwierigkeiten in der Grundschule

Anzahlerfassung – 2. Klasse



Schwierigkeiten in der Grundschule

Anzahlerfassung – 4. Klasse



Schwierigkeiten in der Grundschule

Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen

DIDUNAS

KI-ALF

Digital Identification and Support of Under-Archiving Students

DIDUNAS

didunas.eu

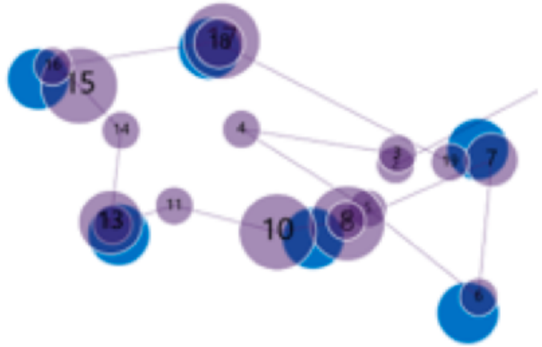
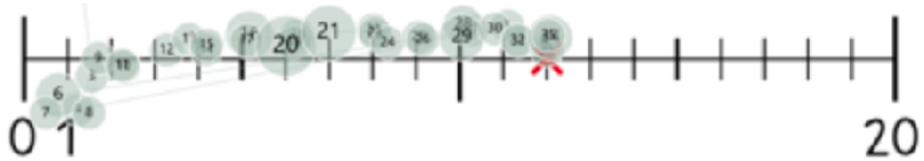
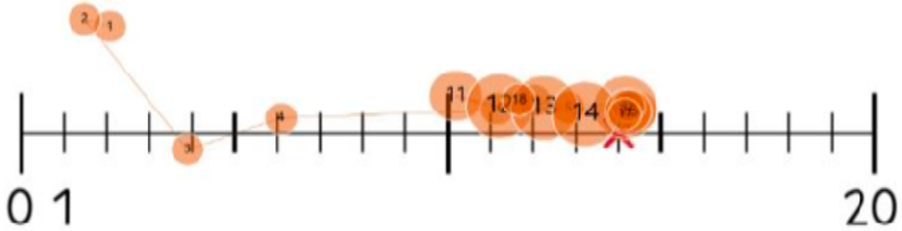
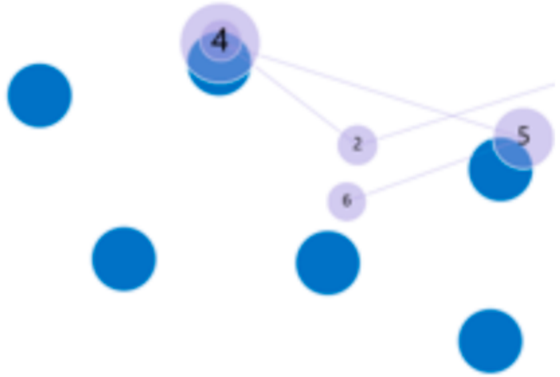
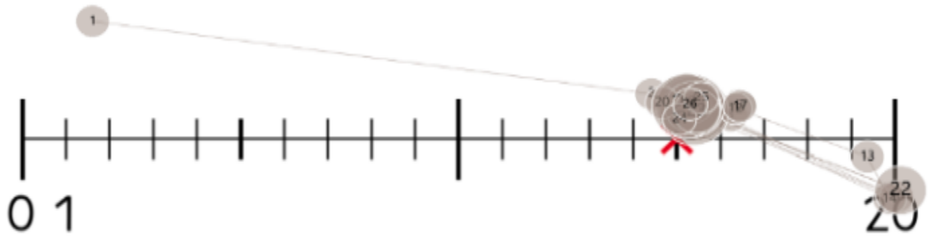
- Erstklässler*innen mit Unterstützungsbedarf
- App-Unterstützung
- Eye-Tracking

V. l. n. r.: Prof. Dr. Demetra Pitta-Pantazi, Prof. Dr. Maike Schindler, Prof. Dr. Constantinos Christou, Prof. Dr. Achim J. Lilienthal, Dr. Lukas Baumanns

DIDUNAS App

didunas.vercel.app
Twitter
YouTube
DIDUNAS
KI-ALF
Website
DIDUNAS
Profile
Woran möchtest du arbeiten?
Wähle eine Aufgabe.
Mengen
1 2 1 2 1 2
Zahlenmuster
0 1
20
Zahlenstrahl
Ergänzen zur 10
Farbmuster
2
4
Vorganger und Nachfolger
2
5
Zahlvergleich
Mengenvergleich
5 + 3 =
Plus-Aufgaben
5 − 2 =
Minus-Aufgaben

Anzahlerfassung

	Kardinal	Ordinal
Kinder **mit** Risiko		 
Kinder **ohne** Risiko		

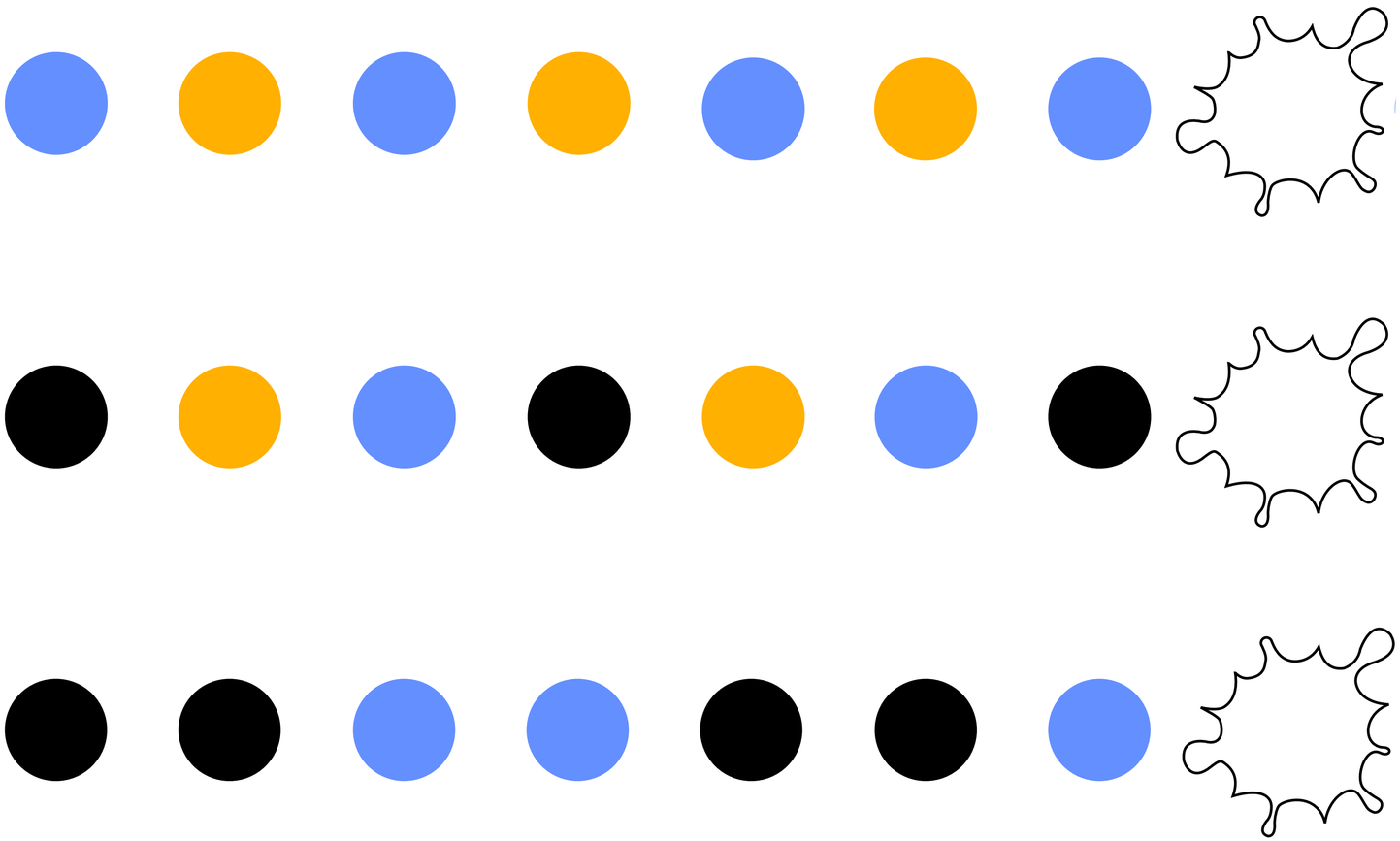
(Baumanns et al., i. V.; siehe auch Sprenger & Benz, 2020)

DIDUNAS App

didunas.vercel.app
Twitter
YouTube
DIDUNAS
KI-ALF
Website
DIDUNAS
Profile
Woran möchtest du arbeiten?
Wähle eine Aufgabe.
Mengen
1 2 1 2 1 2
Zahlenmuster
0 1
20
Zahlenstrahl
Ergänzen zur 10
Farbmuster
2
4
Vorganger und Nachfolger
2
5
Zahlvergleich
Mengenvergleich
5 + 3 =
Plus-Aufgaben
5 − 2 =
Minus-Aufgaben

Statische Muster

Theorie



„an early introduction to the power of algebra" (NCTM, 2000, S. 92)

(Clemens & Sarama, 2007; Mulligan & Mitchelmore, 2018; Lüken, 2012; NCTM, 2000; Papic & Mulligan, 2007)

Theorie

Forschung zu

… Musterfolgeaufgaben

4 Jahre	~47% korrekt (Rittle-Johnson et al., 2015)
5 Jahre	~31% korrekt (Clarke et al., 2006)
6 Jahre	~67% korrekt (Lüken & Sauzet, 2021)

… Vorgehensweisen

Collins & Laski (2015), Lüken (2018), Lüken and Sauzet (2021), Papic et al. (2011)

→ Basierend auf Interviews, Beobachtungen oder Zeichnungen

Eye-Tracking

Forschungsfragen

Methoden

1. Welche Vorgehensweisen verwenden Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben?

2. Unterscheiden sich Kinder **mit** und **ohne** Risiko für die Entwicklung besonderer Schwierigkeiten beim Mathematiklernen in ihrer Nutzung von Vorgehensweisen bei Musterfolgeaufgaben?

Eye-Tracking

Datenerhebung

Tobii Pro X3-120

Methoden

- 224 Erstklässler*innen aus Deutschland und Zypern
- 37 zeigten ein Risiko für die Entwicklung besonderer Schwierigkeiten beim Mathematiklernen (ZAREKI-K)

Datenerhebung

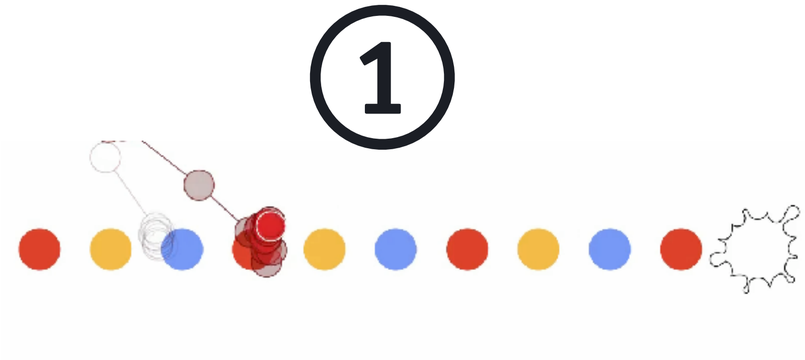
Methoden

	Zahlenmuster	Farbmuster
AB	4 1 4 1 4 1 4	
ABC	1 5 3 1 5 3 1 5 3 1	
AABB	3 3 2 2 3 3 2 2 3 3 2 2 3	
AAB	7 7 1 7 7 1 7 7 1 7	
AABC	1 1 7 5 1 1 7 5 1 1 7 5 1	
ABAC	9 6 9 1 9 6 9 1 9 6 9 1 9	

Datenanalyse

1. Welche Vorgehensweisen verwenden Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben?

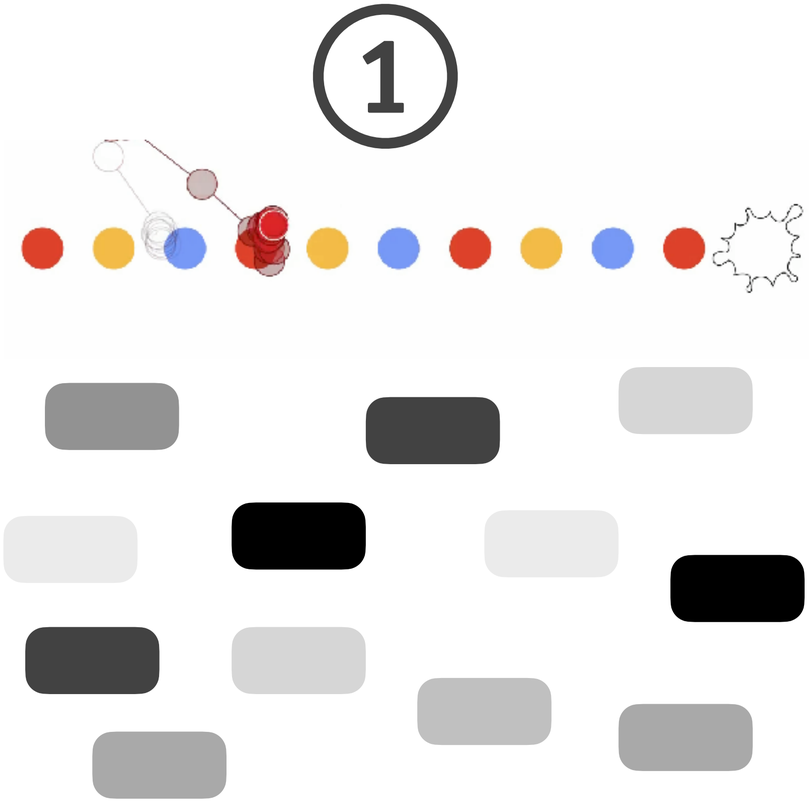
Methoden



Datenanalyse

1. Welche Vorgehensweisen verwenden Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben?

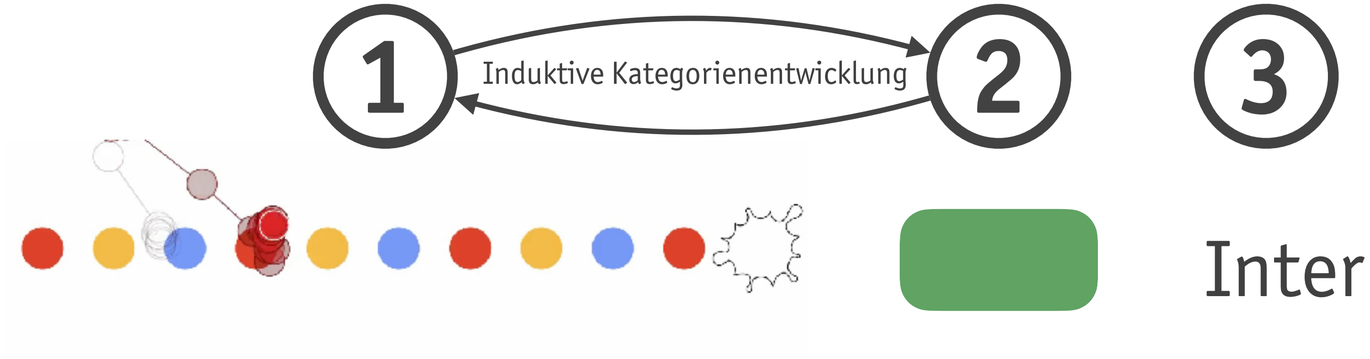
Methoden



Datenanalyse

Methoden

1. Welche Vorgehensweisen verwenden Erstklässler*innen bei Musterfolgeaufgaben?



Interrater-Übereinstimmung

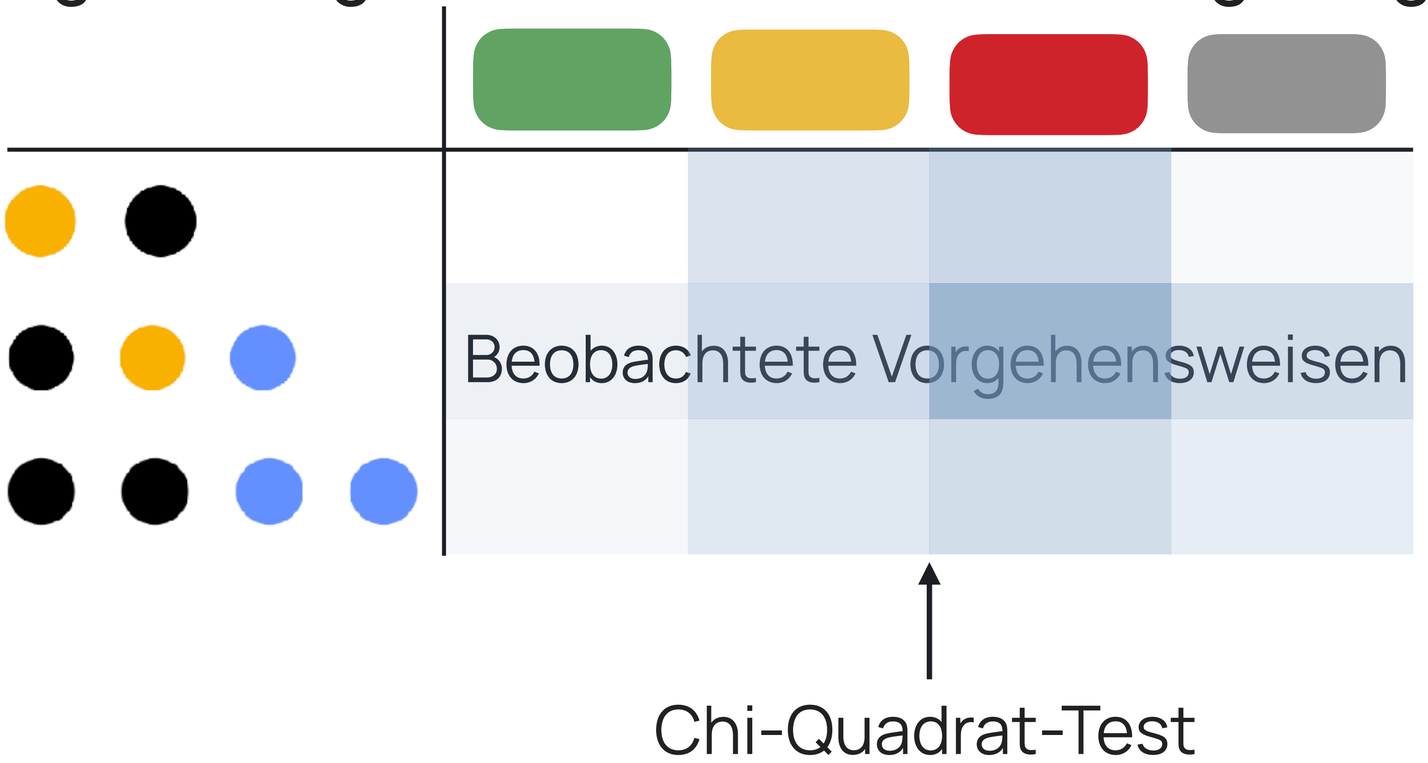
‚fast perfekt‘ (Landis & Koch; 1977)

$\kappa = 0{,}87$

Datenanalyse

Methoden

2. Unterscheiden sich Kinder mit und ohne Risiko für die Entwicklung besonderer Schwierigkeiten beim Mathematiklernen in ihrer Nutzung von Vorgehensweisen bei Musterfolgeaufgaben?

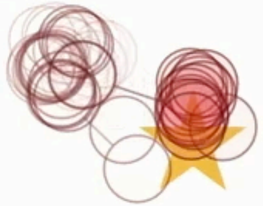


Vorgehensweisen

beim Lösen von Musterfolgeaufgaben

Ergebnisse

1 Identifizieren einer Grundeinheit des Musters



2

3

4

(Baumanns et al., 2022, 2023, eingereicht)

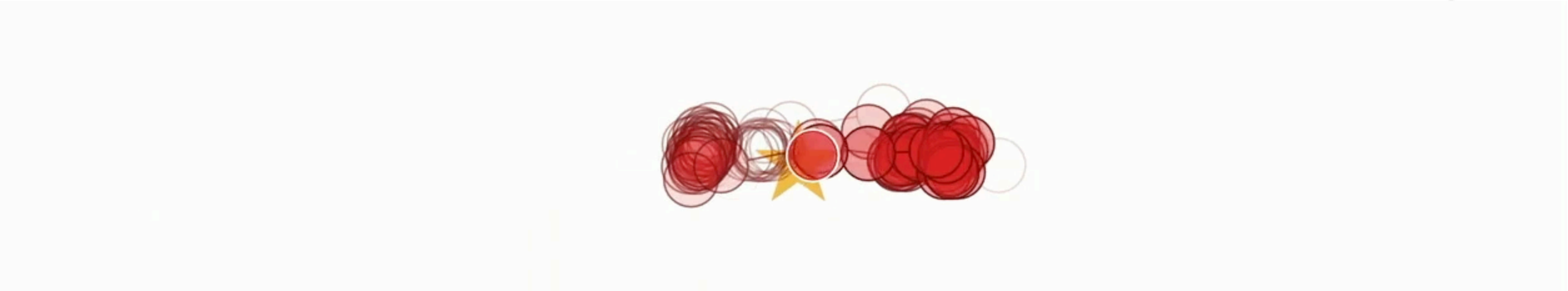
Vorgehensweisen

beim Lösen von Musterfolgeaufgaben

Ergebnisse

1

2 **Identifizieren und validieren einer Grundeinheit**



3

4

(Baumanns et al., 2022, 2023, eingereicht)

Vorgehensweisen

beim Lösen von
Musterfolgeaufgaben

Ergebnisse

1

2

3 **Betrachtung jedes Elements**

4

(Baumanns et al., 2022, 2023, eingereicht)

Vorgehensweisen

beim Lösen von Musterfolgeaufgaben

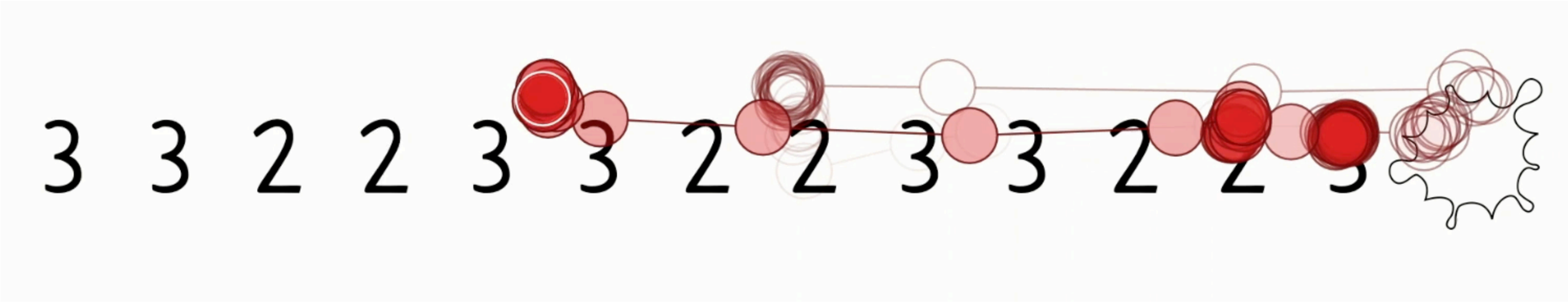
Ergebnisse

1

2

3 Unsystematisches Springen

4



(Baumanns et al., 2022, 2023, eingereicht)

Unterschiede

bei den Vorgehensweisen zwischen Kindern **mit** und **ohne** Risiko

1 Identifizieren einer Grundeinheit

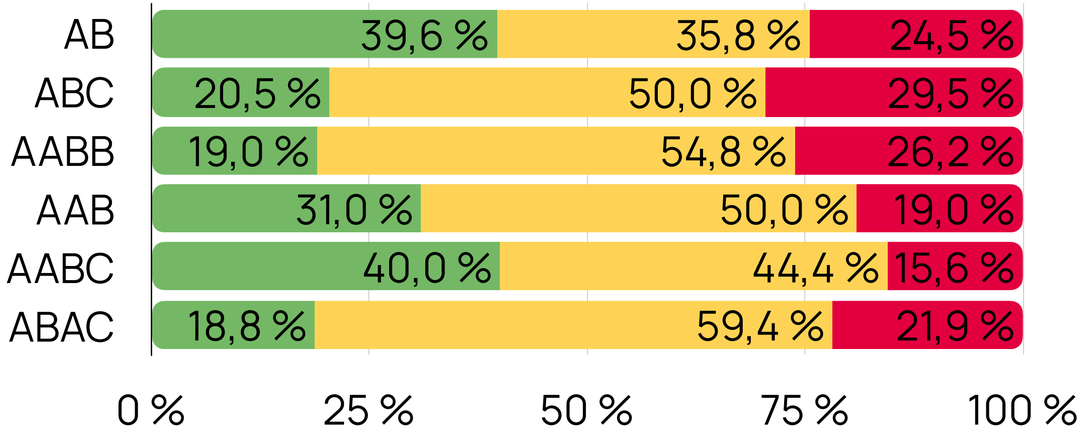
2 Identifizieren und validieren

3 Betrachtung jedes Elements

4 Unsystematisches Springen

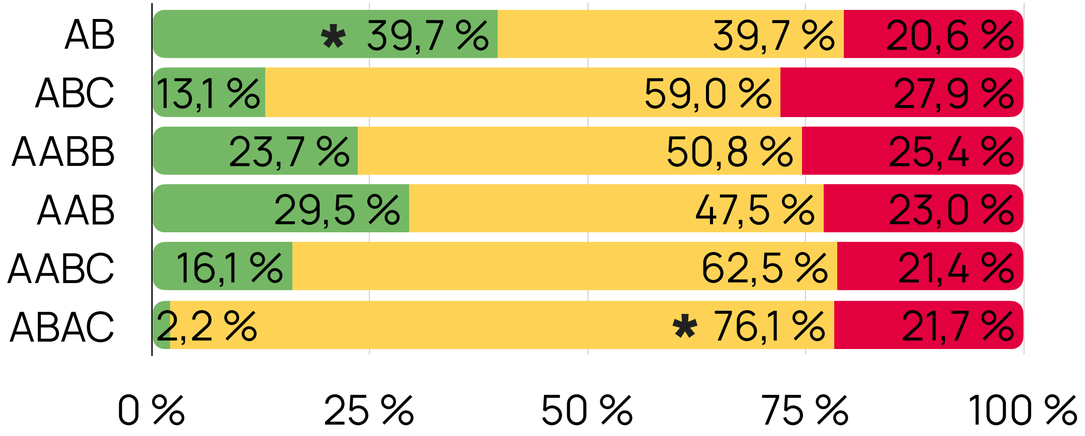
Ergebnisse

Kinder mit Risiko



X^2 (10, N = 261) = 13,22,
p = .21

Kinder ohne Risiko



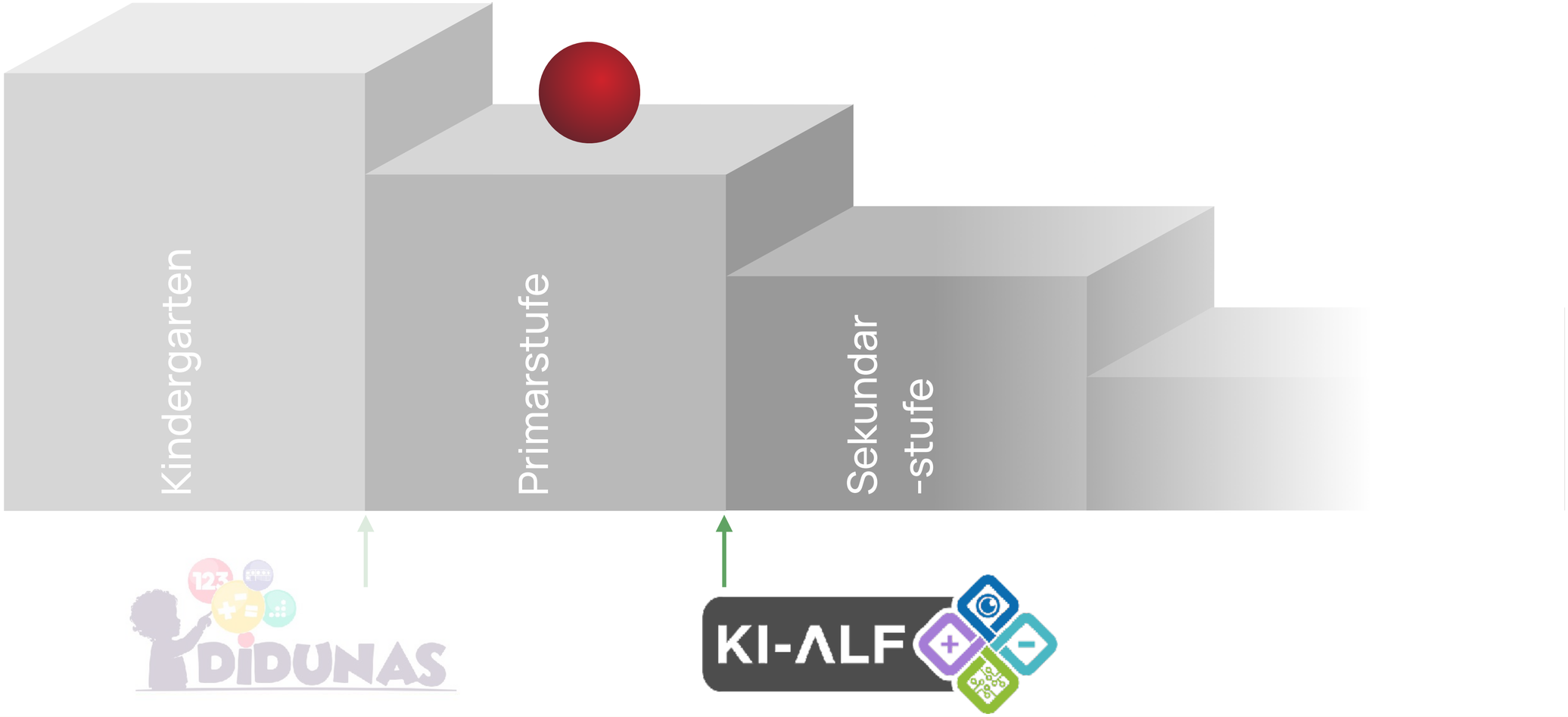
X^2 (10, N = 353) = 31,50,
$p < .01$, V = 0.21 (mittlerer Effekt)

Flexible Nutzung von Strategien

(Baumanns et al., 2022, eingereicht)

Schwierigkeiten in der Schule

Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen



KI-basierte adaptive Lernunterstützung zur Diagnostik und Förderung der mathematischen Basiskompetenzen im inklusiven Kontext

KI-ALF

ki-alf.de

Diagnostik

Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen

Fehlerrate | Bearbeitungszeit | Eye-Tracking

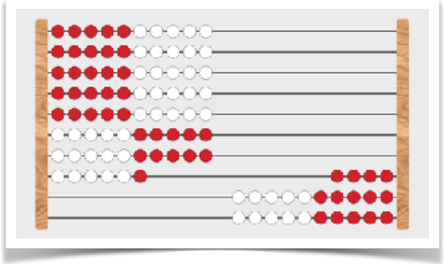
↓

Individuelle Förderung

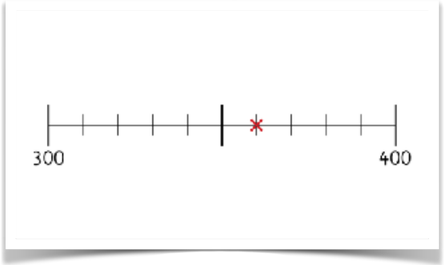
Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen

Theorie

Verständnis natürlicher Zahlen

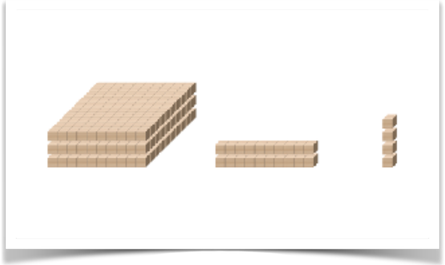


Kardinal



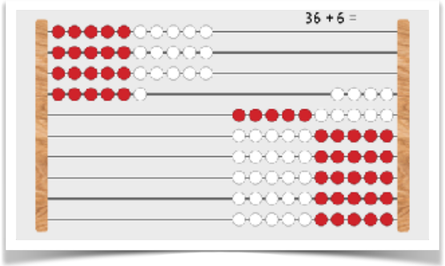
Ordinal

Verständnis des dezimalen Stellenwertsystems

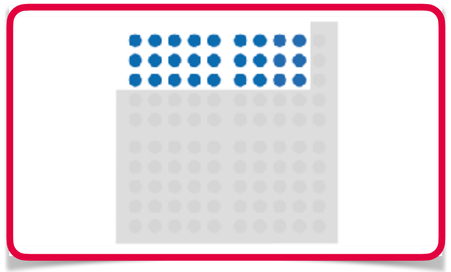


Mehrsystemblöcke

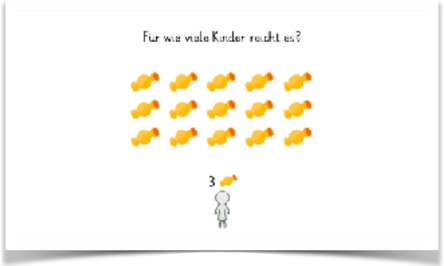
Verständnis der Rechenoperationen



Addition & Subtraktion



Multiplikation
(räumlich-simultan & zeitlich-sukzessiv)



Division
(Aufteilen & Verteilen)

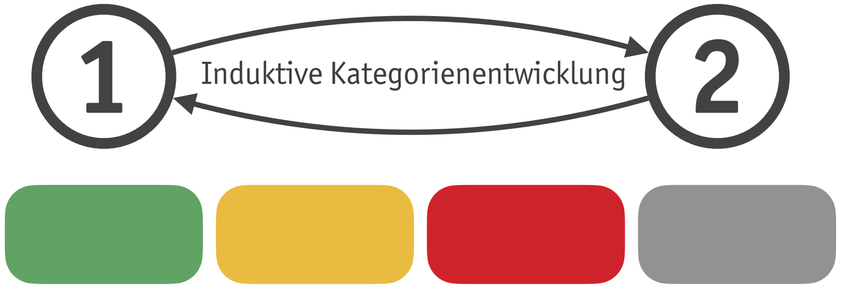
(Gaidoschik et al., 2021)

Forschungsfragen und -methoden

Methoden

1. Identifikation von Vorgehensweisen beim Lösen von Multiplikationsaufgaben am Hunderterfeld

2. Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen

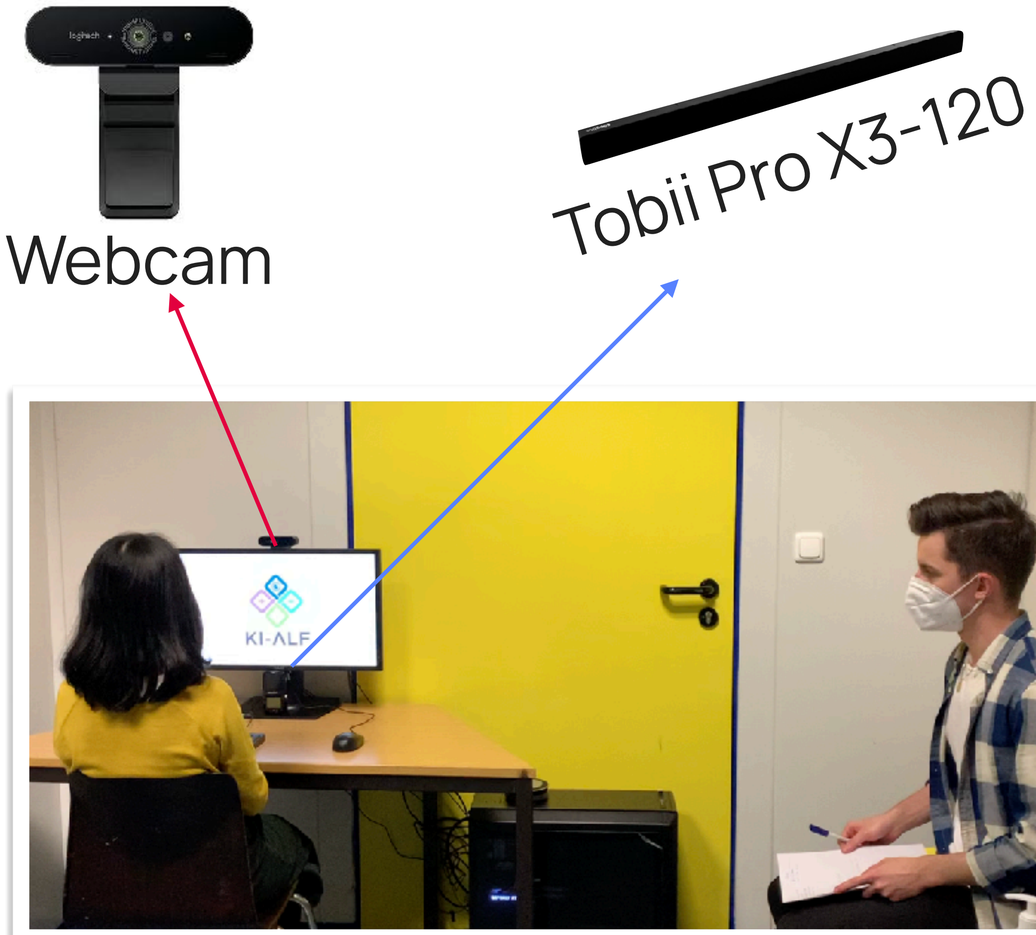


Chi-Quadrat-Test

Methoden

Datenerhebung

- 173 Schüler*innen der fünften Jahrgangsstufe einer inklusiven Gesamtschule
- 52 identifiziert als Kinder mit besonderen Schwierigkeiten beim Mathematiklernen (HRT)



Identifikation von Vorgehensweisen

beim Lösen von Multiplikationsaufgaben am Hunderterfeld

Ergebnisse

Nutzung von Strukturelementen (A)

Zählen der Spalten-/Zeilen Punkt für Punkt (B)

Zählen jedes einzelnen Punktes (C)

(Lai et al., ,2022, 2023, i. V.)

Identifikation von Vorgehensweisen

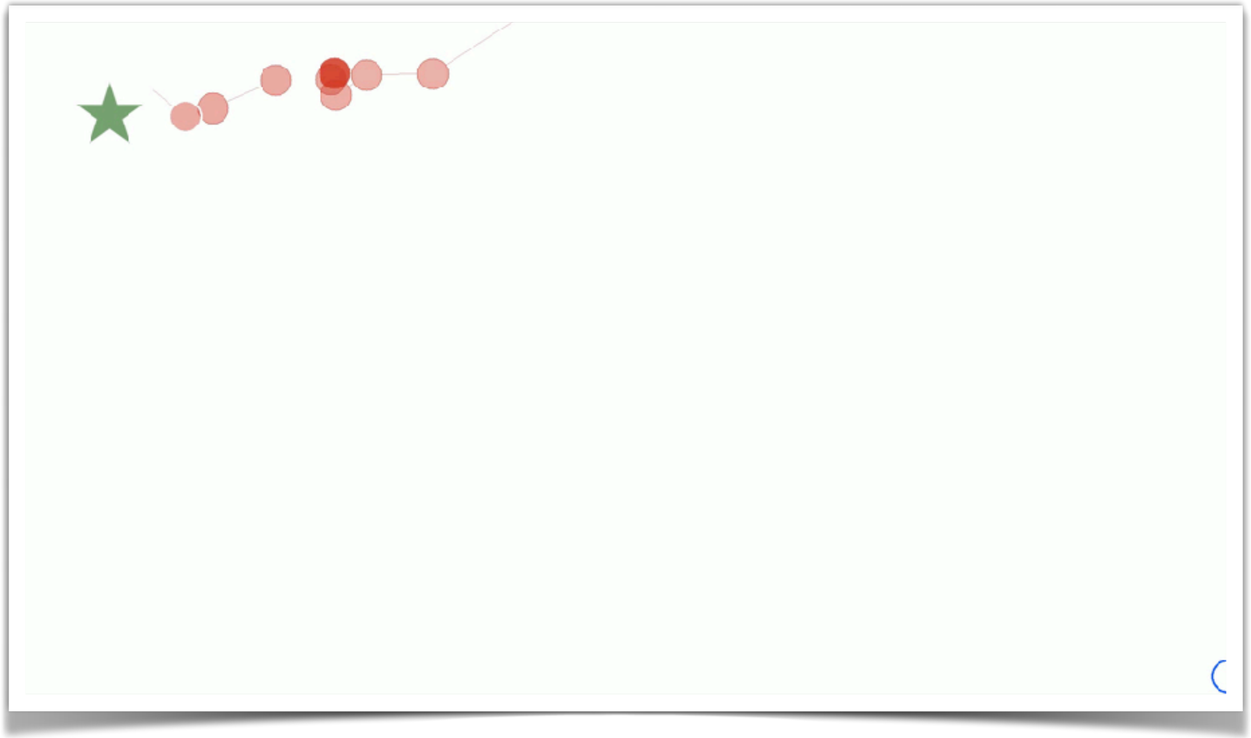
beim Lösen von Multiplikationsaufgaben am Hunderterfeld

Ergebnisse

Nutzung von Strukturelementen (A)

Zählen der Spalten-/Zeilen Punkt für Punkt (B)

Zählen jedes einzelnen Punktes (C)



(Lai et al., ,2022, 2023, i. V.)

Identifikation von Vorgehensweisen

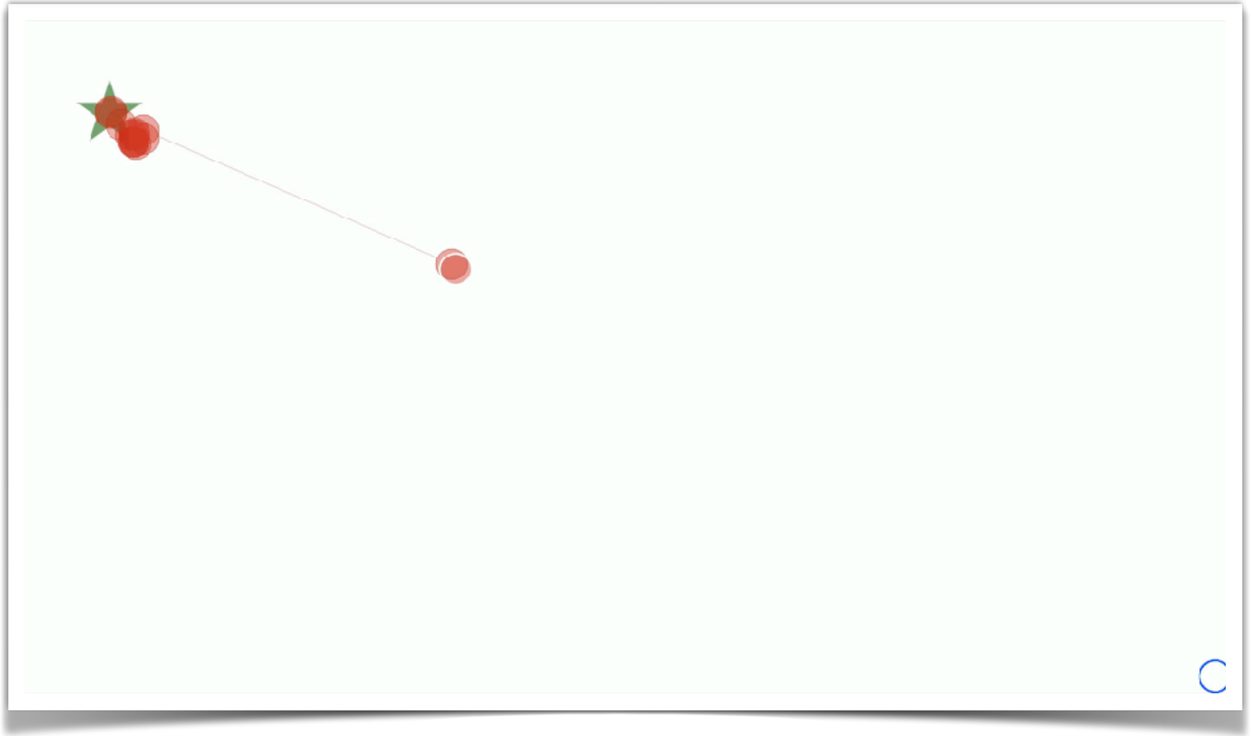
beim Lösen von Multiplikationsaufgaben am Hunderterfeld

Ergebnisse

Nutzung von Strukturelementen (A)

Zählen der Spalten-/Zeilen Punkt für Punkt (B)

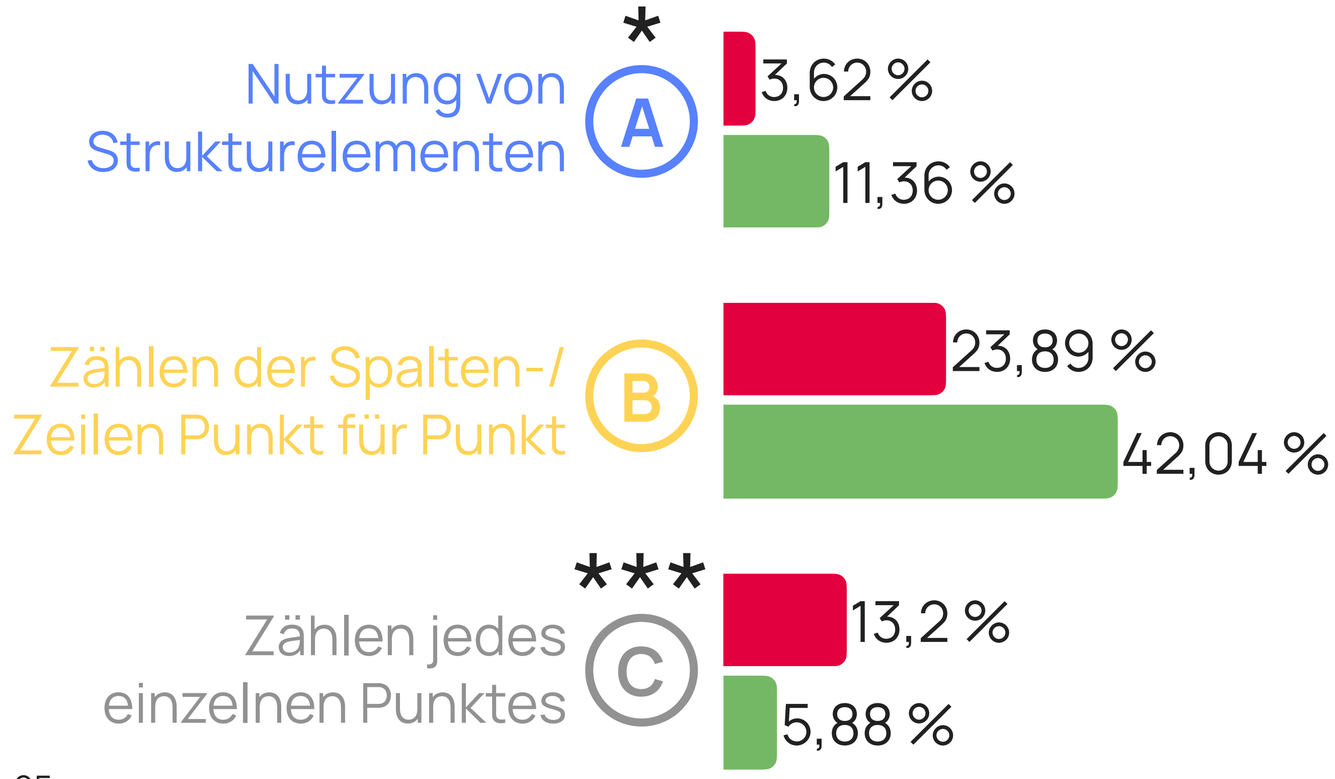
Zählen jedes einzelnen Punktes (C)



(Lai et al., ,2022, 2023, i. V.)

Unterschiede in den Vorgehensweisen

zwischen Kindern **mit** und **ohne** besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen (BSM)



Kinder **ohne** BSM zeigen effizientere Strategien bei der Anzahlerfassung

Kinder **mit** BSM zeigen mangelndes Verständnis der räumlich-simultanen Multiplikation

* $p < ,05$
** $p < ,01$
*** $p < ,001$
Bonferroni-Adjustierung

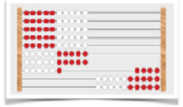
X^2 (2, N = 357) = 31,98, $p < .001$, V = 0.30 (mittlerer Effekt)

(Lai et al., ,2022, 2023, i. V.)

Adaptives Lernsystem

Diagnostik

Verständnis natürlicher Zahlen



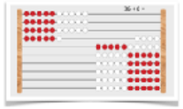
Kardinal

Ordinal

Verständnis des dezimalen Stellenwertsystems

Mehrsystemblöcke

Verständnis der Rechenoperationen



Addition

Multiplikation
(räumlich-simultan & zeitlich-sukzessiv)

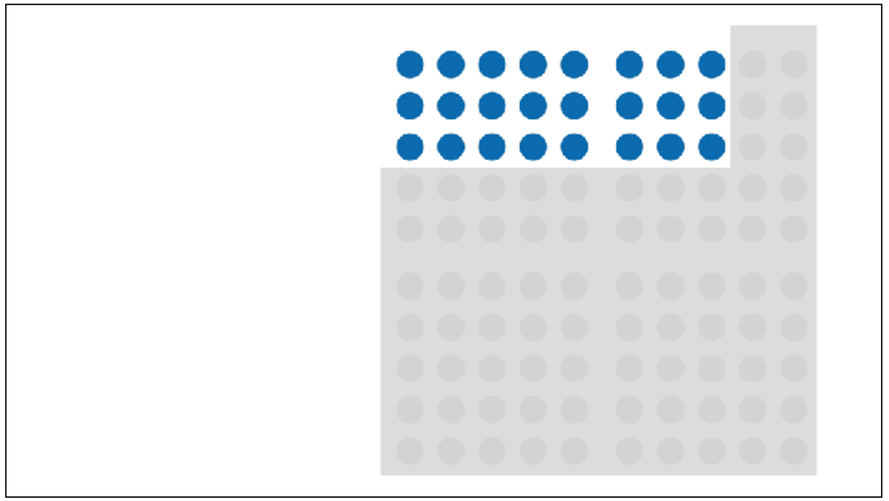
Division
(Aufteilen & Verteilen)

Fehlerrate | Bearbeitungszeit | Eye-Tracking

Schwierigkeiten bei der Multiplikation mit räumlich-simultaner Repräsentation

Machine Learning

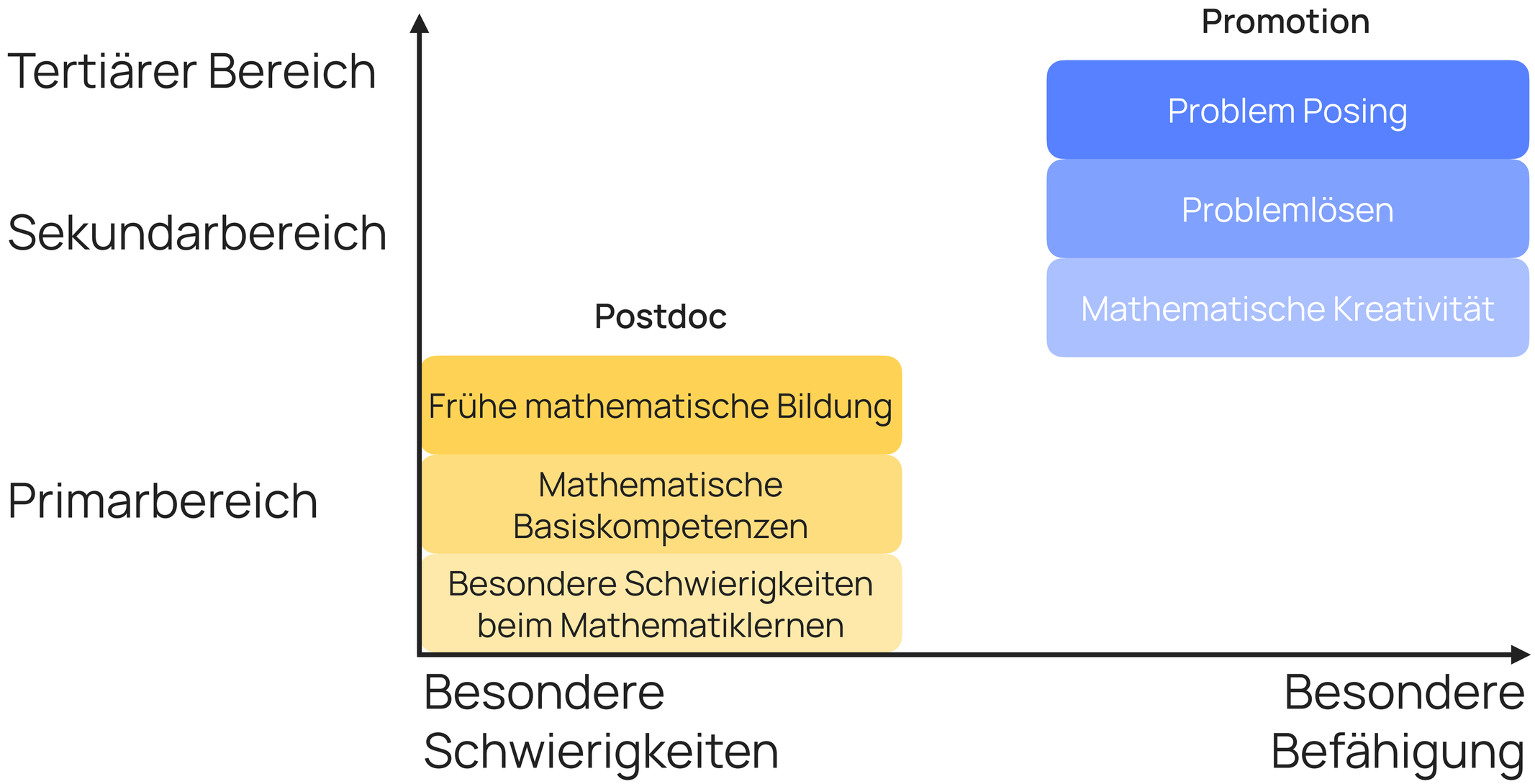
Individuelle Förderung



Ausblick

„Über den Tellerrand“

„Über den Tellerrand“



„Über den Tellerrand“

	Postdoc	Promotion
Forschungsinhalte:	Frühe mathematische Bildung	Problem Posing
	Mathematische Basiskompetenzen	Problemlösen
	Besondere Schwierigkeiten beim Mathematiklernen	Mathematische Kreativität
Forschungsmethoden:	Eye-Tracking	Prozess-/Produktanalysen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

Dr. Lukas Baumanns

Folien zum Download