

Entwicklung und remediales Training früher mathematischer Kompetenzen

Detlev Leutner

Dank an:

*Annemarie Fritz-Stratmann, Antje Ehlert,
Dominique Arndt, Katleen Sahr & Maria Opfermann*

Die Arbeiten wurden gefördert
vom BMBF im Programm „Empirische Bildungsforschung“

Was Sie erwartet...

◆ Einleitung

◆ 3 Studien

- Screening: Entwicklung im Querschnitt
- Entwicklung im Längsschnitt
- Remediales Training

◆ Resümee

Einleitung: PISA und TIMSS

◆ PISA-Studien:

- 20-25 % der 15jährigen verstehen Mathematik max. auf Grundschulniveau

◆ TIMS-Studien:

- 20 % der Viertklässler verstehen Mathematik max. auf Niveau von Zweitklässlern

◆ Offensichtlich:

- Schwerwiegende Probleme hinsichtlich des Verstehens grundlegender mathematischer Konzepte
- Z.B. Teil-Teil-Ganzes-Konzept (TTG)

Einleitung: Teil-Teil-Ganzes-Konzept in Sek. I

- ◆ Erwerb des **TTG**-Konzepts (z.B. $5 = 1+4 = 2+3\dots$)
 - als ein wesentlicher **konzeptueller Lernfortschritt** der ersten Schuljahre (Grundschule) (vgl. Resnick, 1983; Fuson, 1988; Gerster, 2003).

- ◆ **TTG-Beispielaufgaben für Sek. I** (Ehlert et al., 2013, im Druck)
 - Basale Aufgaben:
 - » In einem Ferienlager stehen 35 Zelte.
Dann werden einige abgebaut und es bleiben noch 27 stehen. Wie viele Zelte wurden abgebaut?
 - Anspruchsvolle Aufgaben:
 - » Sarah und David haben zusammen 28 Plätzchen gegessen.
David hat 6 Plätzchen weniger gegessen als Sarah. Wieviele hat David gegessen?

Fragestellung & Forschungsansatz

◆ Fragestellungen:

- Wie **entwickeln** sich mathematische Basiskompetenzen im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule?
 - » Hypothese: Kumulative Entwicklung über inhaltlich beschreibbare Niveaus hinweg.
- Lassen sich **Defizite remedial trainieren**?
 - » Hypothese: Ja; Nachhaltigkeit aber als offene Frage.

◆ Forschungsansatz:

- Large-Scale-Prüfung eines Entwicklungsmodells (**Screening-Studie**)
- Small-Scale-Prüfung der Trainierbarkeit (**Trainings-Experiment** mit Kontrollgruppen)
- **Psychologische**, nicht fachdidaktisch-curriculare **Perspektive**

→ **BMBF-Studie im Programm „Empirische Bildungsforschung“**

Entwicklungsmodell

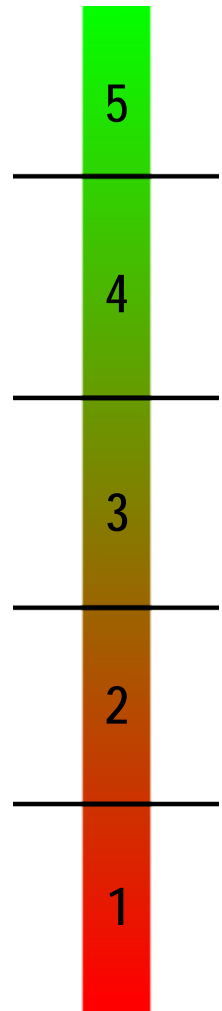
- ◆ Vorläuferkompetenzen: Number Sense bis ca. 3 Jahre
(Feigenson et al., 2002; McCrink & Wynn, 2004; Xu & Spelke, 2000; etc.)

- ◆ Basiskompetenzen:

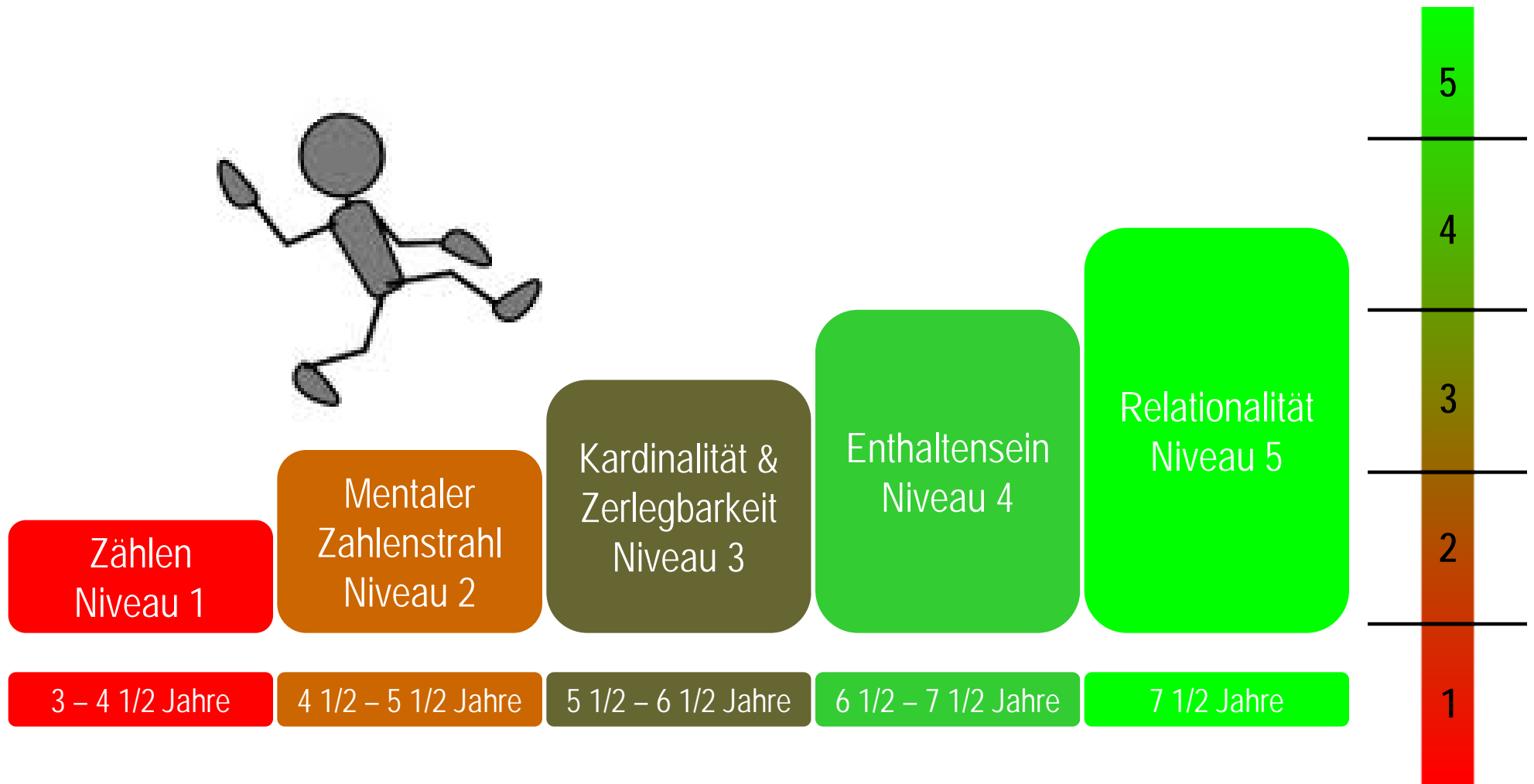
Niveaustufenmodell (Alter ca. 3-7 Jahre; nach Fritz, Ricken & Balzer, 2009;
in Anlehnung an Piaget, Fuson, Resnick, Steffe & Cobb, Case etc.)

- **Sequentiell-kumulative Entwicklung** über 5 Niveaus hinweg
(statt z.B. 3-Ebenen-Modell von Krajewski, 2009)

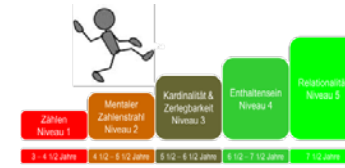
.....
Fritz, A., Ricken, G. & Balzer, L. (2009). Warum fällt manchen Schülerinnen und Schülern das Rechnen schwer? – Entwicklung arithmetischer Kompetenzen im Vor- und frühen Grundschulalter. In A. Fritz & S. Schmidt, *Fördernder Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I. Rechenschwierigkeiten erkennen und überwinden*. Weinheim: Beltz.



Entwicklungsmodell (Fritz, Ricken & Balzer, 2009)

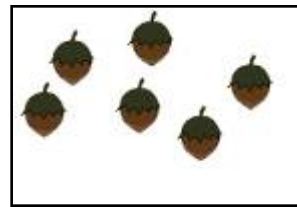


Aufgaben Niveau 1: Zählen

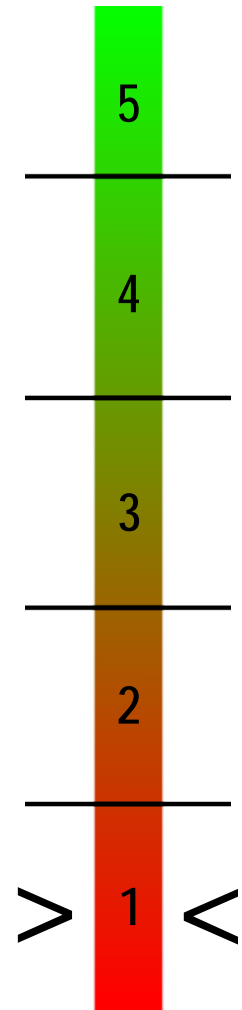
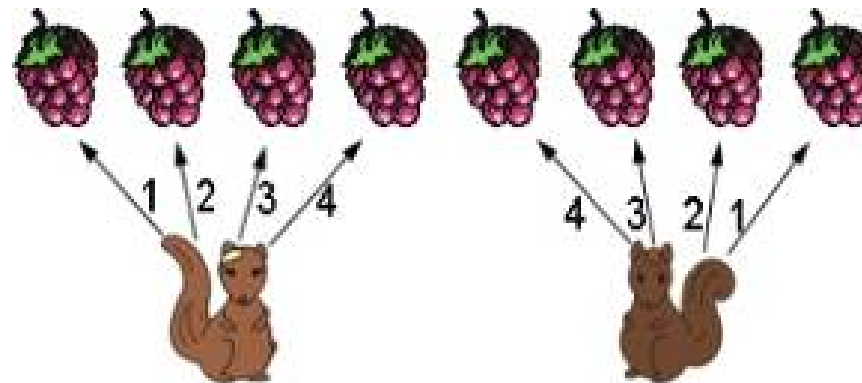
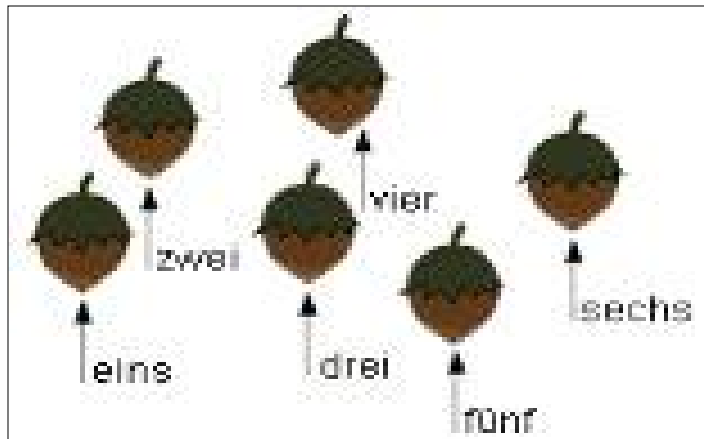


◆ Aufgaben

- Wie viele Nüsse hat Ben?
- Teile die Beeren zwischen Ben & Lisa



→ Sukzessives Auszählen und Stück-für-Stück-Zuordnung



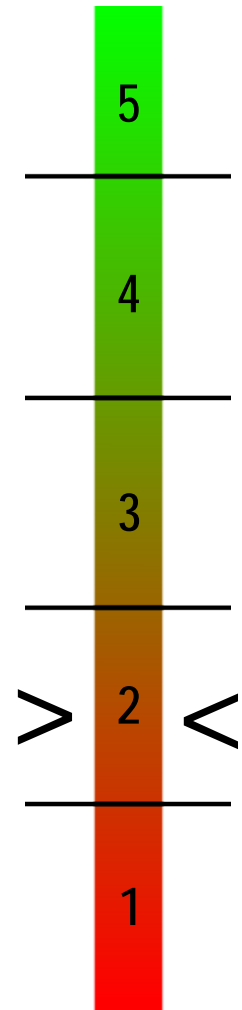
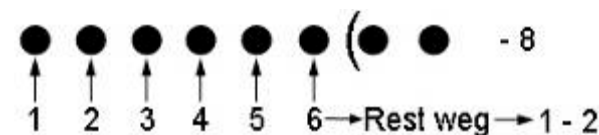
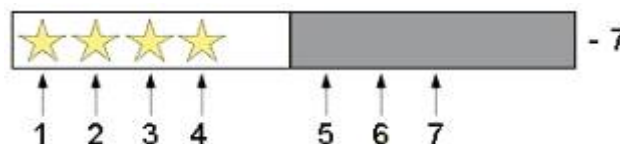
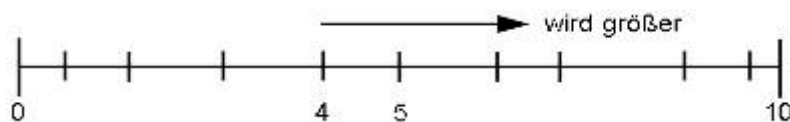
Aufgaben Niveau 2: Mentaler Zahlenstrahl

◆ Aufgaben

- Wie heißt die Zahl vor der 5?
- Wie viel sind 4 Sterne und 3 verdeckte Sterne?
- Hier liegen 8 Plätzchen. Ich brauche nur 6.



→ Auf- und Abwärtsgehen auf dem Zahlenstrahl



Aufgaben Niveau 3: Kardinalität & Zerlegbarkeit

◆ Aufgaben

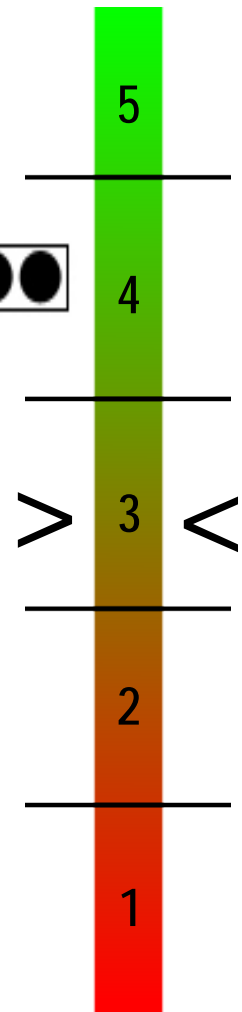
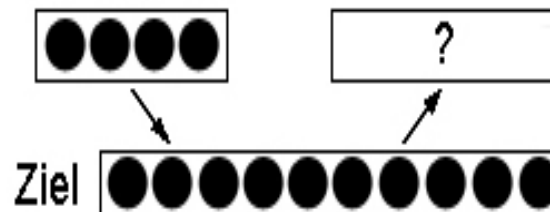
– Wie viele Plättchen müssen in dieses Kästchen?



– 4 Plättchen habe ich. Wie viele fehlen, bis ich 10 habe? Ziel



→ Zahlen als aus Einzelementen zusammengesetzt verstehen;
Beziehung zwischen Teilmengen und Gesamtmengen zählend ermitteln.

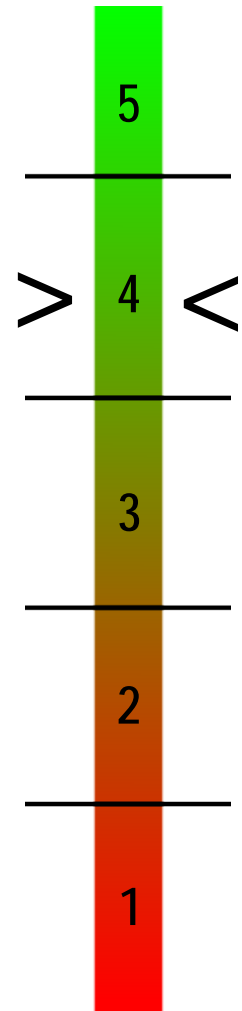
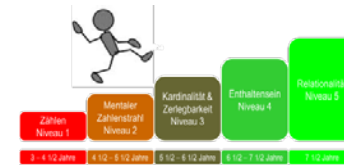
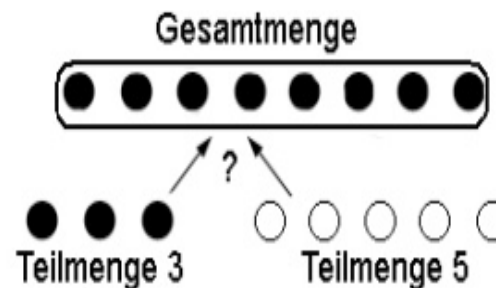
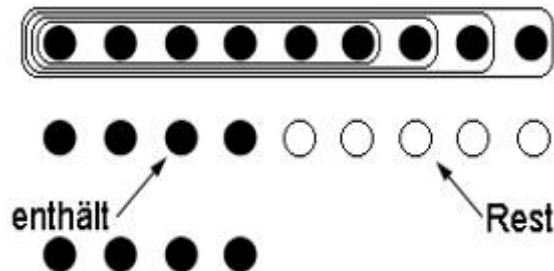


Aufgaben Niveau 4: Enthaltensein (TTG)

◆ Aufgaben

- Gib mir 9 Plättchen, 4 davon sollen blau sein
- Auf dem Tisch lagen Blumen.
- Ich habe 3 weggenommen. Jetzt liegen noch 5 da.

→ Teil-Teil-Ganzes-Konzept flexibel anwenden.

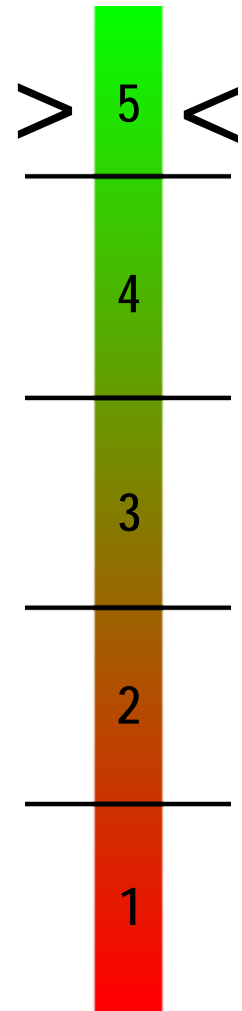
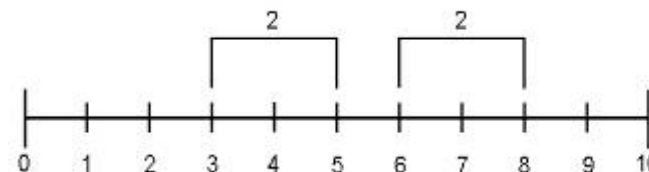


Aufgaben Niveau 5: Relationalität

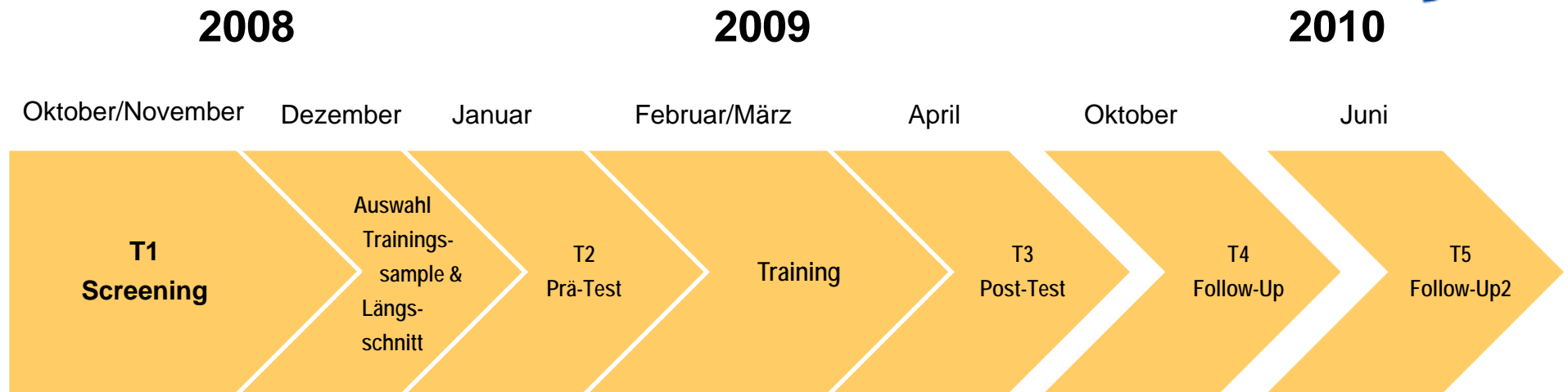
◆ Aufgaben

- 1-3-5 und 10-8-6, wie geht es weiter?
- Nenne die Zahl, die um 2 kleiner ist als 5!

→ Zahlenstrahlvorstellung flexibilisieren;
Zahlenstrahl unabhängig vom Nullpunkt zum Maßstab machen.

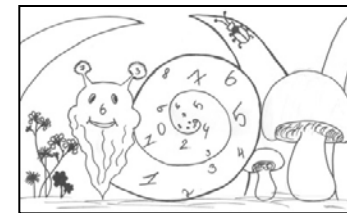


Screening-Studie: Entwicklung im Querschnitt



◆ Stichprobe

- N=1298, Kita, 1. und 2. Klasse, Ø Alter 6;8 Jahre



◆ Material: Screening-Test „Zahlenschnecke“ (18 Items je Altersgruppe)

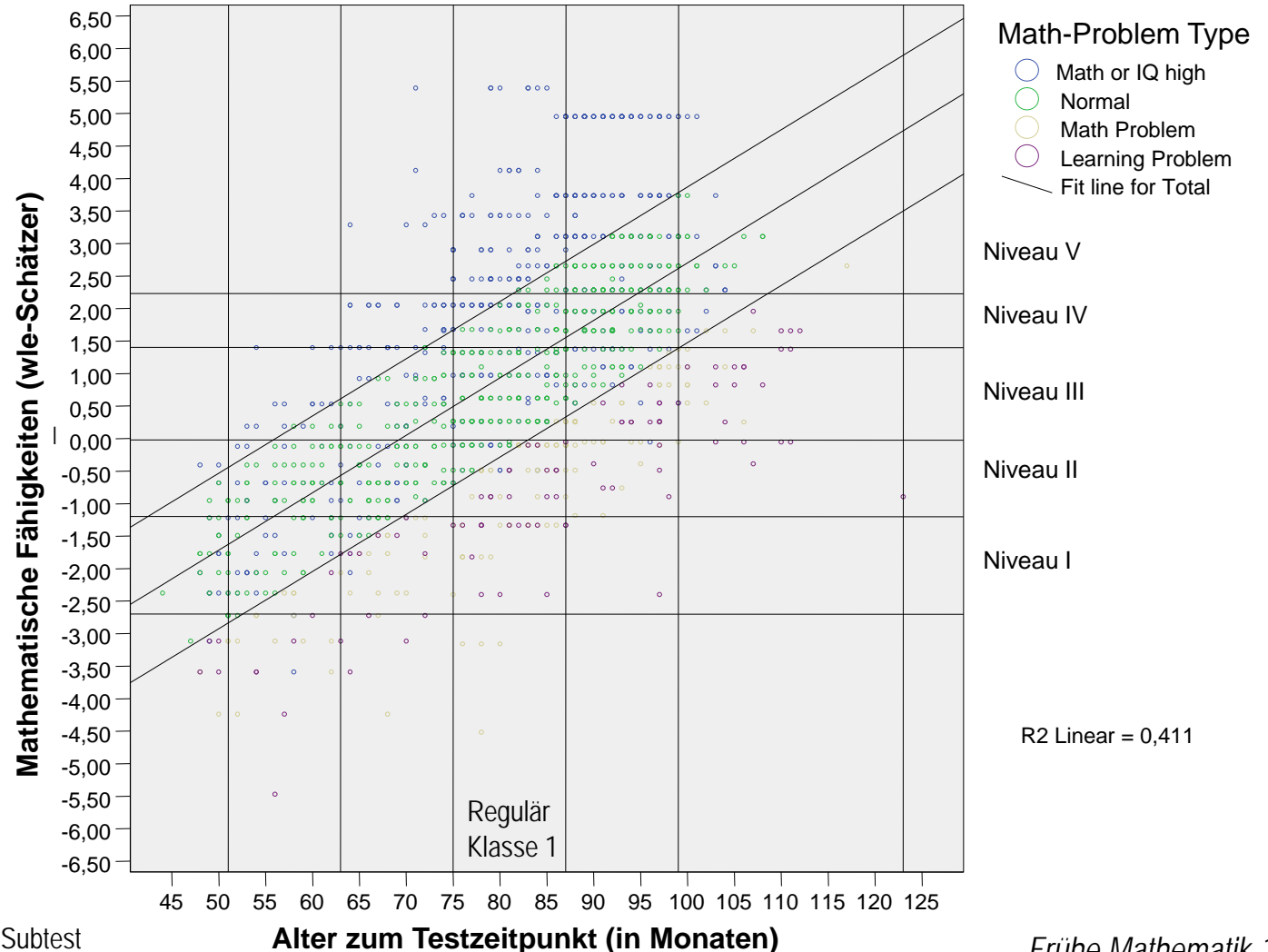
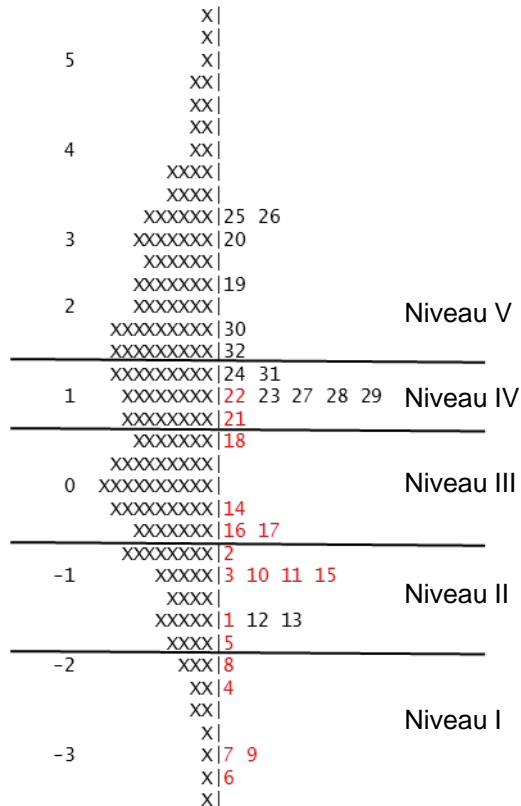
- Rasch-skaliert, Reliabilität: .864; Korrelation mit Marko-D: $r = .85$

◆ Vorgehensweise

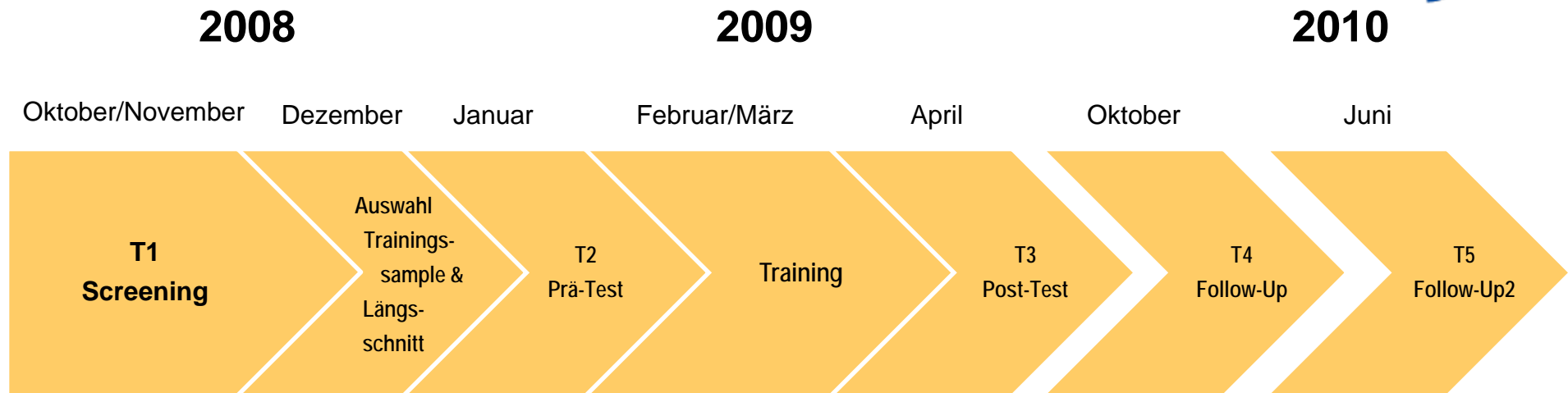
- Testung in kleinen Gruppen ($n < 6$)

Screening-Studie: Entwicklung im Querschnitt

◆ Entwicklung:
ca. 1 Niveau/Jahr



Studie: Entwicklung im Längsschnitt



◆ Stichprobe

- N = 27 altersgemäß entwickelte Kinder (\emptyset Alter 5;11 Jahre bei T1), 4 Messzeitpunkte

◆ Material: Marko-D (Beta-Version, 61 Items; Ricken, Fritz & Balzer, Hogrefe, im Druck)

- Rasch-skaliert, Reliabilität: .945; Korrelation mit Screening-Test: $r = .85$

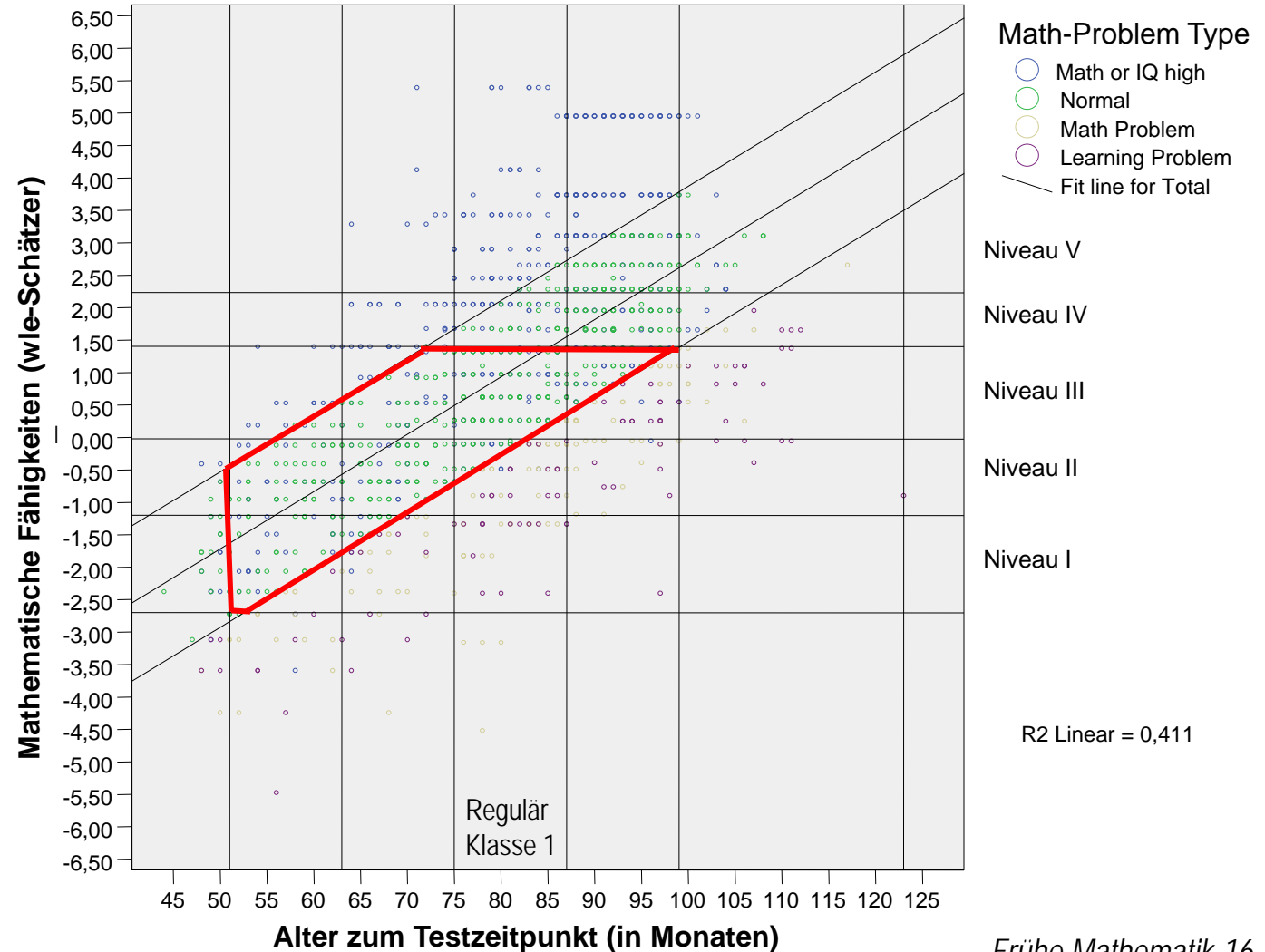
◆ Vorgehensweise

- Einzeltestung

Entwicklung im Längsschnitt

◆ Stichproben-
auswahl:

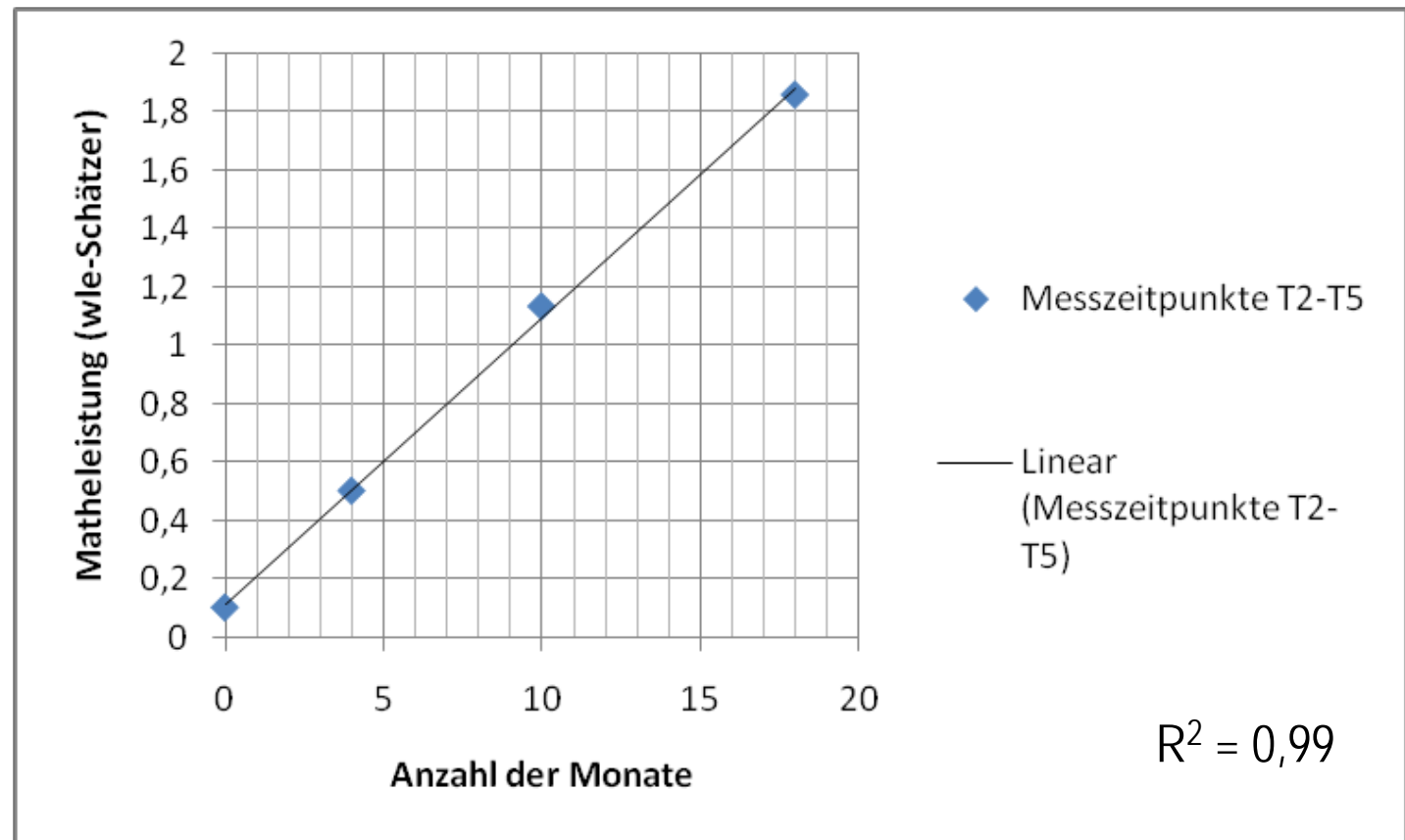
altersgemäß
entwickelte
Kinder



Entwicklung im Längsschnitt: Ergebnisse

◆ Durchschnittliche
Entwicklung:

ca.
1 Niveau/Jahr

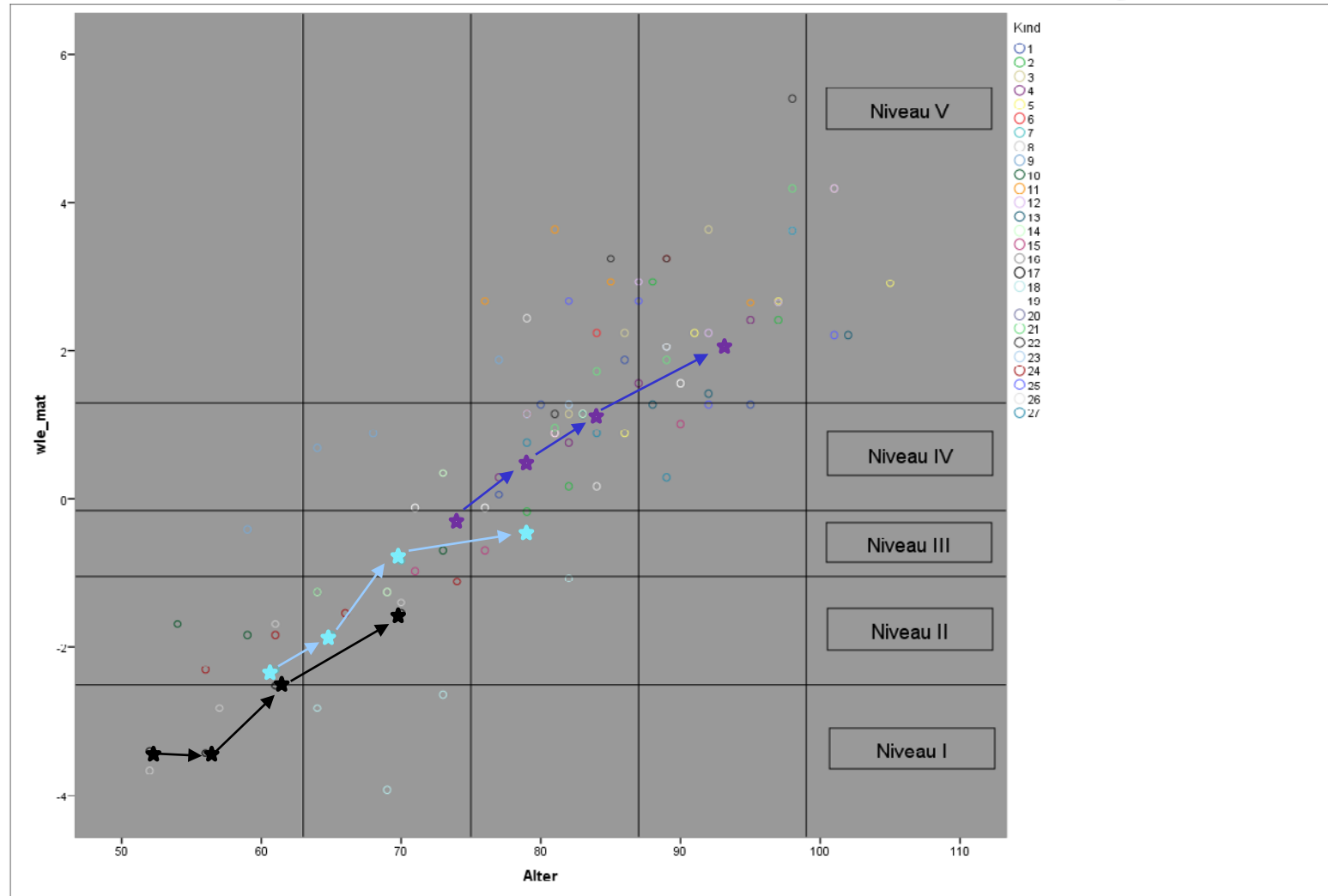


Entwicklung im Längsschnitt: Ergebnisse

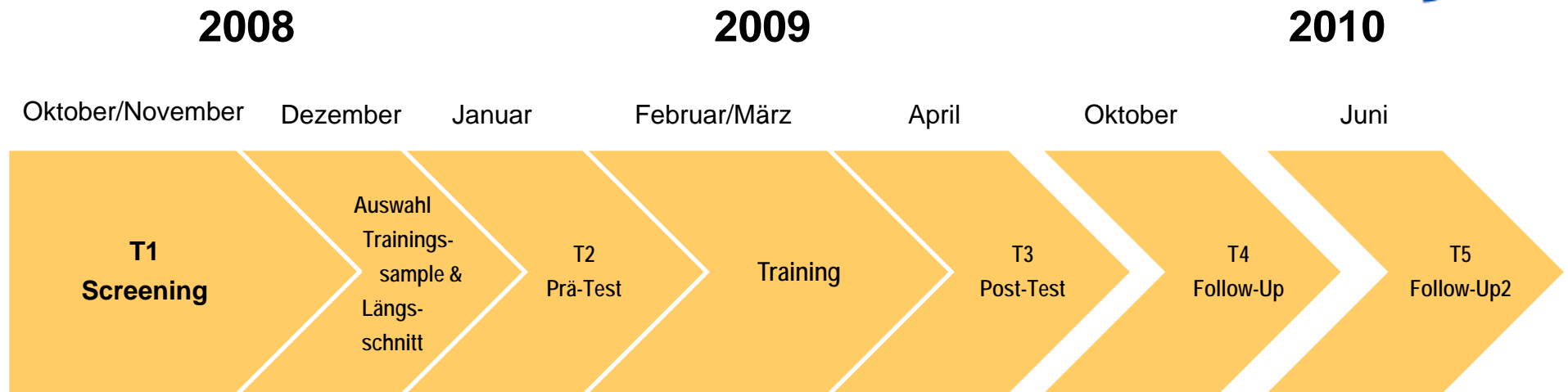
◆ Beispiele
individueller
Entwicklung:

ca.
1 Niveau/Jahr

0-4-10-18 Mon.



Trainingsstudie



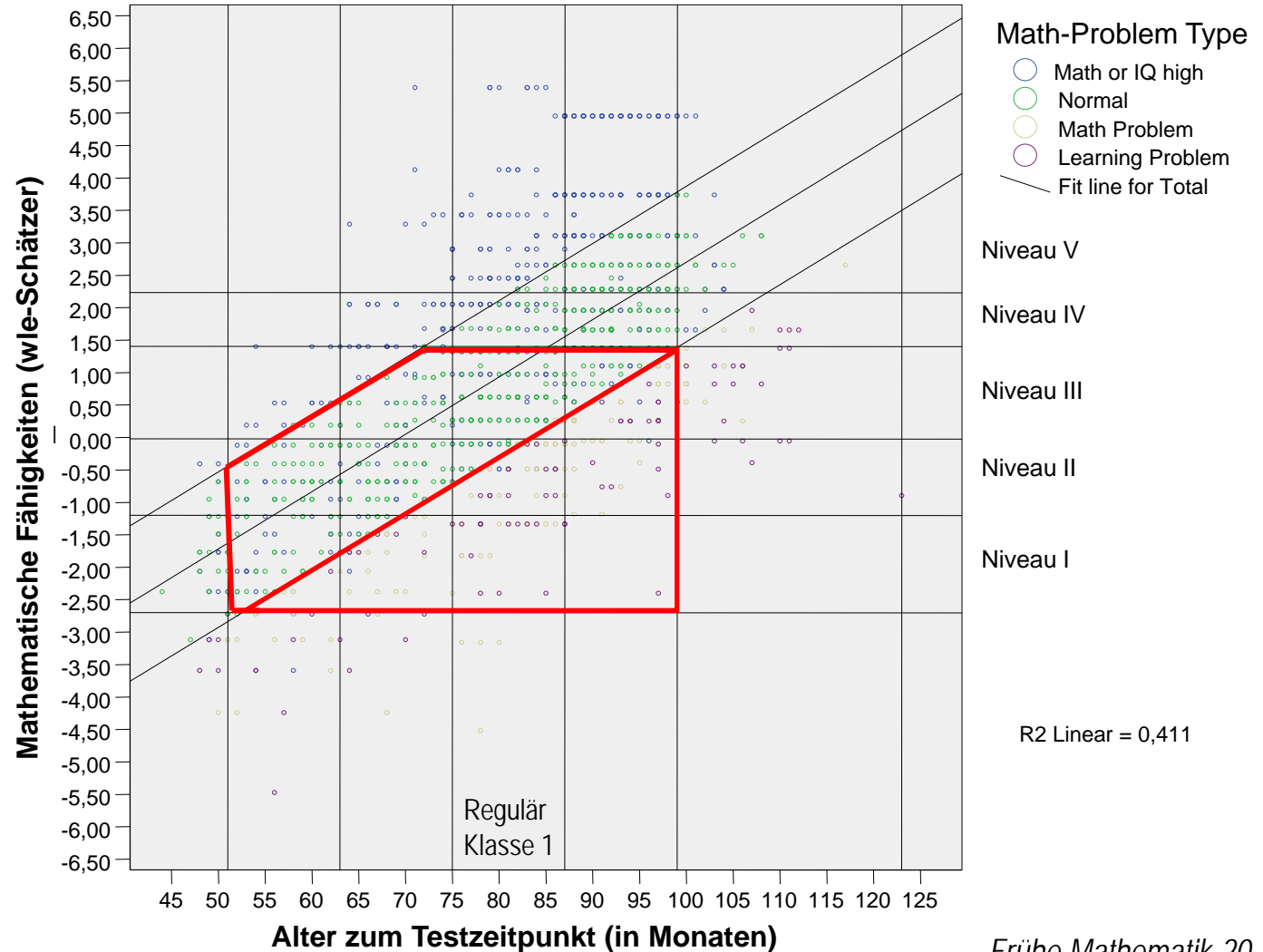
◆ Stichprobe (Kinder mit vollständigen Daten von Screening T1 bis Follow-Up T4)

- $N_1=34$ **altersgemäß entwickelte Kinder** als nicht trainierte Kontrollgruppe
($20 < \text{Mathe-\% Rang in Altersgruppe} < 80$; Kompetenzniveau 1 bis 3; \emptyset Alter: 6;1 Jahre)
- $N_2=75$ **entwicklungsverzögerte Kinder** für 2 Trainingsgruppen
($\text{Mathe-\% Rang in Altersgruppe} < 20$; Kompetenzniveau 1 bis 3; \emptyset Alter: 7;6 Jahre)

Trainingsstudie

- ◆ Stichproben-
auswahl:

altersgemäß
entwickelte
und
entwicklungs-
verzögerte
Kinder



Trainingsstudie

◆ 3-Gruppen-Design

- **Mathetraining** (N=40; Marko-T; Gerlach, Fritz & Leutner, 2013; 9-20 Einzelsitzungen, Ø 16 Sitzungen)
- **Sozialtraining** (N=35; Förderung des Sozialverhaltens; 7-20 Sitzungen mit Spielen in kleinen Gruppen; Ø 16 Sitzungen)
- **Kontrollgruppe** (N=34; altersgemäß entwickelte Kinder, kein Training)

◆ Trainingskonzept **Marko-T** (Gerlach, Fritz & Leutner, 2013)

- Face-to-Face-**Einzeltraining** durch Projektmitarbeiter & -innen
- **Eingangsdagnostik** mittels Marko-D und Feststellung des Entwicklungsniveaus
- **Adaptives Training** mittels **Testfenster**-Technik (Leutner, 1992): Aufgaben eines Typs werden so lange trainiert, bis 5 Aufgaben in Folge richtig sind.

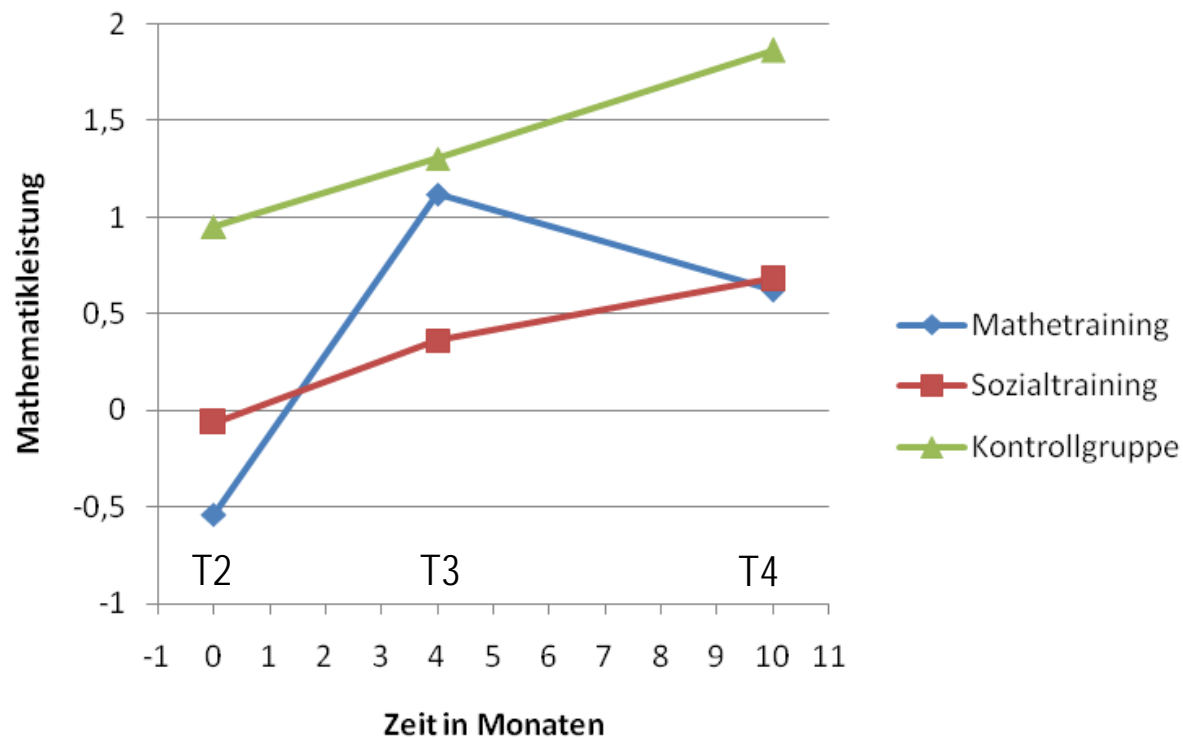


Trainingsstudie: Ergebnisse

◆ Effekte (altersadjustiert)

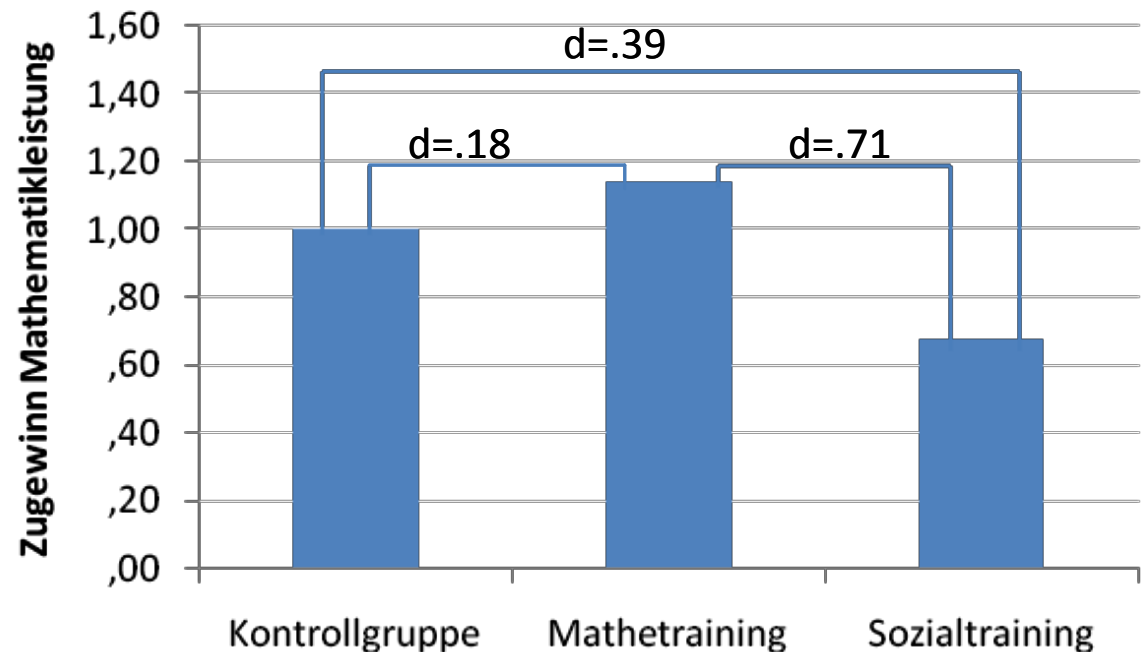
- Trainingsart (between subjects)
 $F(2,105) = 6.85, p = .002,$
partial $\eta^2 = .115$
- Messzeitpunkt (within subjects)
 $F(2,210) = 73.05, p < .001,$
partial $\eta^2 = .410$
- Interaktion
 $F(4,210) = 13.14, p < .001,$
partial $\eta^2 = .200$

- Marko-T hebt rechenschwache Kinder auf Niveau altersgemäß entwickelter Kinder.
- Aber: Das erreichte Niveau kann über die Zeit nicht gehalten werden.
- Dennoch: Höherer Zuwachs von T2 nach T4 als bei Sozialtraining.



Trainingsstudie: Ergebnisse

- ◆ **Zuwachs von T2 nach T4**
(Follow-Up nach 10 Monaten)
 - **Mathetraining:**
1.16 Punkte auf der Raschskala
 - **Sozialtraining:**
0.74 Punkte auf der Raschskala
 - **Unterschied (Linearer Kontrast):**
 $F(1,105) = 5.31$, $p = .023$,
partial $\eta^2 = .048$, $d=0.71$



- Marko-T erreicht **höheren Zuwachs** von T2 nach T4 mit **mittlerer bis großer Effektstärke**.
- Aber: **Bei Follow-Up2** (T5, 18 Monate nach Training; kleinere Stichprobe) **keine Unterschiede im DMAT1+** (curricular orientierter Test).

Resümee

◆ Ausgangsfragen

- **Wie entwickeln sich** mathematische Basiskompetenzen im Übergang vom Kindergarten zur Grundschule?
 - » Hypothese: **Kumulative Entwicklung** über inhaltlich beschreibbare Niveaus hinweg → ok
 - » Entwicklung von ca. 1 Niveaustufe/Jahr
- Lassen sich **Defizite remedial trainieren**?
 - » Hypothese: Ja → ok; aber ohne Nachhaltigkeit

◆ Konsequenz aus den berichteten Studien

- Einmaliges Training nicht ausreichend, **adaptiv angepasste Folgetrainings** nötig.
- Kompetenzdefizite möglichst früh diagnostizieren & kompensieren, **um weiteren Kompetenzerwerb überhaupt erst zu ermöglichen.**

Vielen Dank!

- ◆ detlev.leutner@uni-due.de
- ◆ www.uni-due.de//lpsych

