



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

Meister CODY: Computerbasiertes Trainingsprogramm für Grundschul Kinder mit Rechenschwierigkeiten

Jörg-Tobias Kuhn

Beitrag auf dem 6. Frankfurter Forum, 3.3.2016



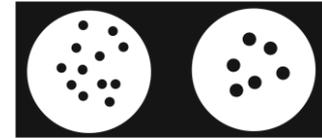


Orientierung

1. Rechenschwäche aus neurowissenschaftlicher, psychologischer und mathematikdidaktischer Perspektive
2. Meister CODY Testverfahren
3. Meister CODY Trainingsprogramm
4. Ausblick

Rechenschwäche: Neurowissenschaft

- Funktionelle Aktivierung mengen-/zahlenverarbeitender Gehirnareale rechenschwacher Kinder abweichend (Price et al., 2007)



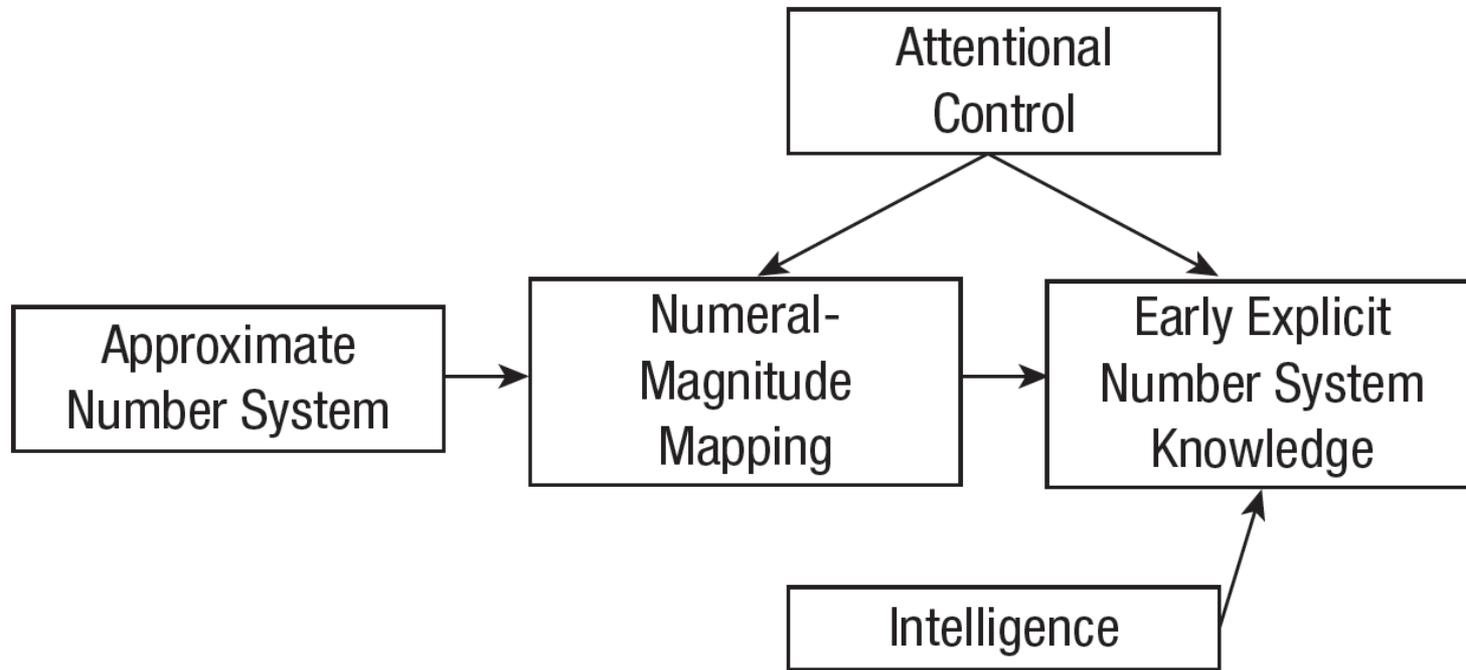
- Zelldichte in mengen-/zahlenverarbeitenden Gehirnarealen bei Rechenschwäche geringer und „Vernetzung“ dieser Areale schlechter (Rotzer et al., 2008; Rykhlevskaia et al., 2009)



Rechenschwäche: Neurowissenschaft

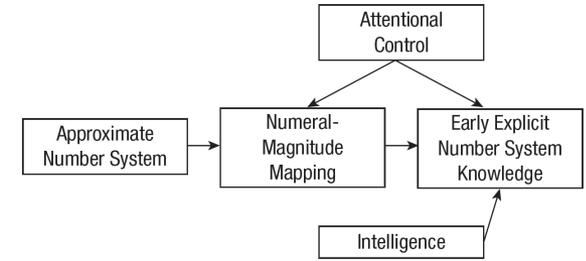
- Gute Vorhersage von Trainingszuwächsen bei Rechenschwäche durch neuronale Parameter wie z. B. Hippokampusvolumen (Supekar et al., 2013)
- „Normalisierung“ neuronaler Aktivität rechenschwacher Kinder nach einem achtwöchigen Intensivtraining (Iuculano et al., 2015)

Rechenschwäche: Psychologie

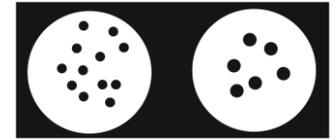


(Geary, 2013)

Rechenschwäche: Psychologie



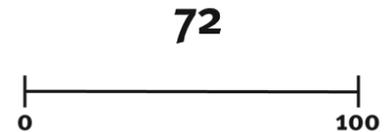
- *Approximate number system*: Kinder mit Rechenschwäche (Alter 10J.) so präzise wie 5-jährige Kinder (Piazza et al., 2010)



- *Numerical-magnitude mapping*: Defizite beim Vergleich von Zahlen (Rousselle & Noel, 2007)



- *Early explicit number system knowledge*: geringe Präzision in Zahlenstrahlaufgaben (Geary et al., 2008)



Rechenschwäche: Mathematikdidaktik

- Rechenschwäche impliziert eine einseitige ordinale Vorstellung der Zahl



- Rechenschwäche impliziert eine einseitige Vorstellung von Rechenoperationen
(Addition = Vorwärtzählen, Subtrahieren = Rückwärtzählen)



(Gerster, 2003)

Rechenschwäche: Mathematikdidaktik

- Rechenschwache Kinder haben nur ein geringes Repertoire an auswendig gewussten Zahlensätzen (z. B. $3 + 5 = 8$) (Geary, 1990)
- Ältere rechenschwache Kinder verwenden persistent zählende Lösungsstrategien bei einfachen Rechenaufgaben (z. B. $5 + 6$), während Kinder ohne Rechenschwäche die Ergebnisse aus dem Gedächtnis abrufen (Ostad, 1997)
- Kinder, die Rechenergebnisse aus bekanntem Wissen ableiten ($4 + 5 \rightarrow 4 + 4 + 1 \rightarrow 9$), bauen schneller Faktenwissen auf (Gaidoschik, 2012)

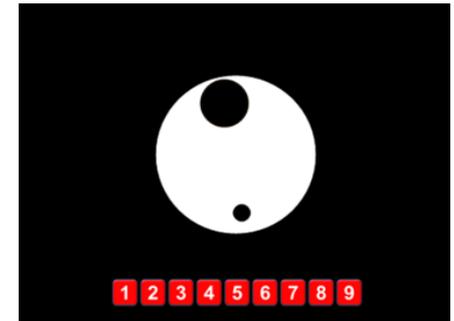


Meister CODY Test

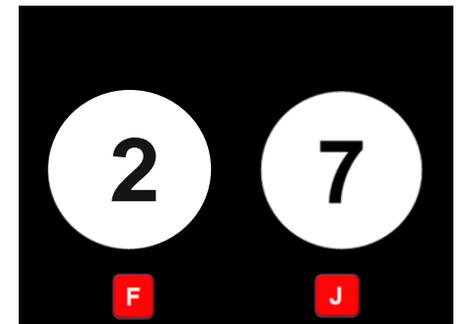
- Ziel: Computergestützter Test zur Identifikation von Rechenschwäche bzw. Förderbedarf in der Grundschule (2.-4. Klasse)
- Max. 45 Minuten Testdauer
- Unter Aufsicht selbstständig von Kindern durchführbar (Instruktionen auditiv per Kopfhörer, Übungsaufgaben mit Rückmeldung)

Einfache Zahlenverarbeitung

- Abzählen (1-9 Punkte)
- Mengenvergleich (Zahlen 1-9 bzw. Zahl 1-9 vs. 1-9 Punkte)



Abzählen

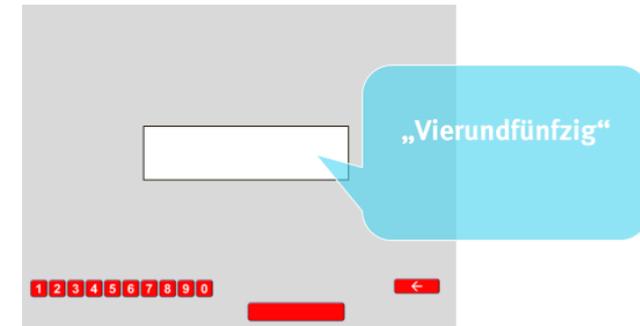


(Butterworth, 2003) Mengenvergleich

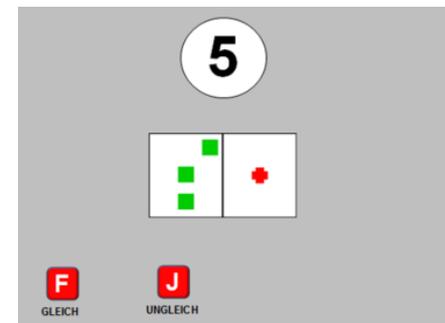
Komplexe Zahlenverarbeitung

- Transkodieren: Eintippen auditiv dargebotener Zahlwörter
- Zahlensteine: Vergleich einer Targetzahl (oben) mit einer zusammengesetzten Menge (unten); Speed-Test

(Geary et al., 2007)



Transkodieren



Zahlensteine

Komplexe Zahlenverarbeitung

- Zahlenstrahl: Angeben der Position einer Zahl auf dem Zahlenstrahl 0-100

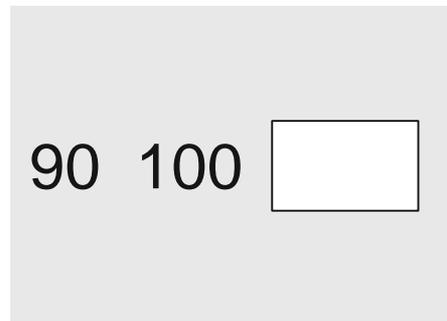
(Booth & Siegler, 2008)



Zahlenstrahl

- Fehlende Zahl: Angabe einer in einer Zahlenreihe fehlenden Zahl

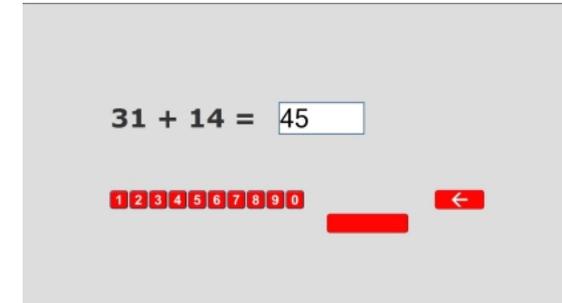
(Lembke & Foegen, 2009)



Fehlende Zahl

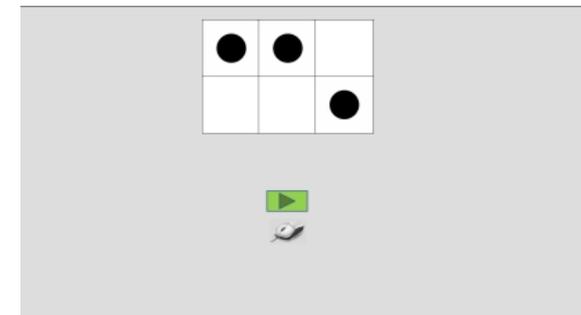
Rechnen und Arbeitsgedächtnis

- Erfassung von Rechenkompetenzen
(Addition, Subtraktion, Multiplikation,
Platzhalteraufgaben [$12 + ? = 25$])



Rechnen

- Matrixspanne (complex span task)



Matrixspanne

(Andersson & Lyxell, 2007)

Stichprobe

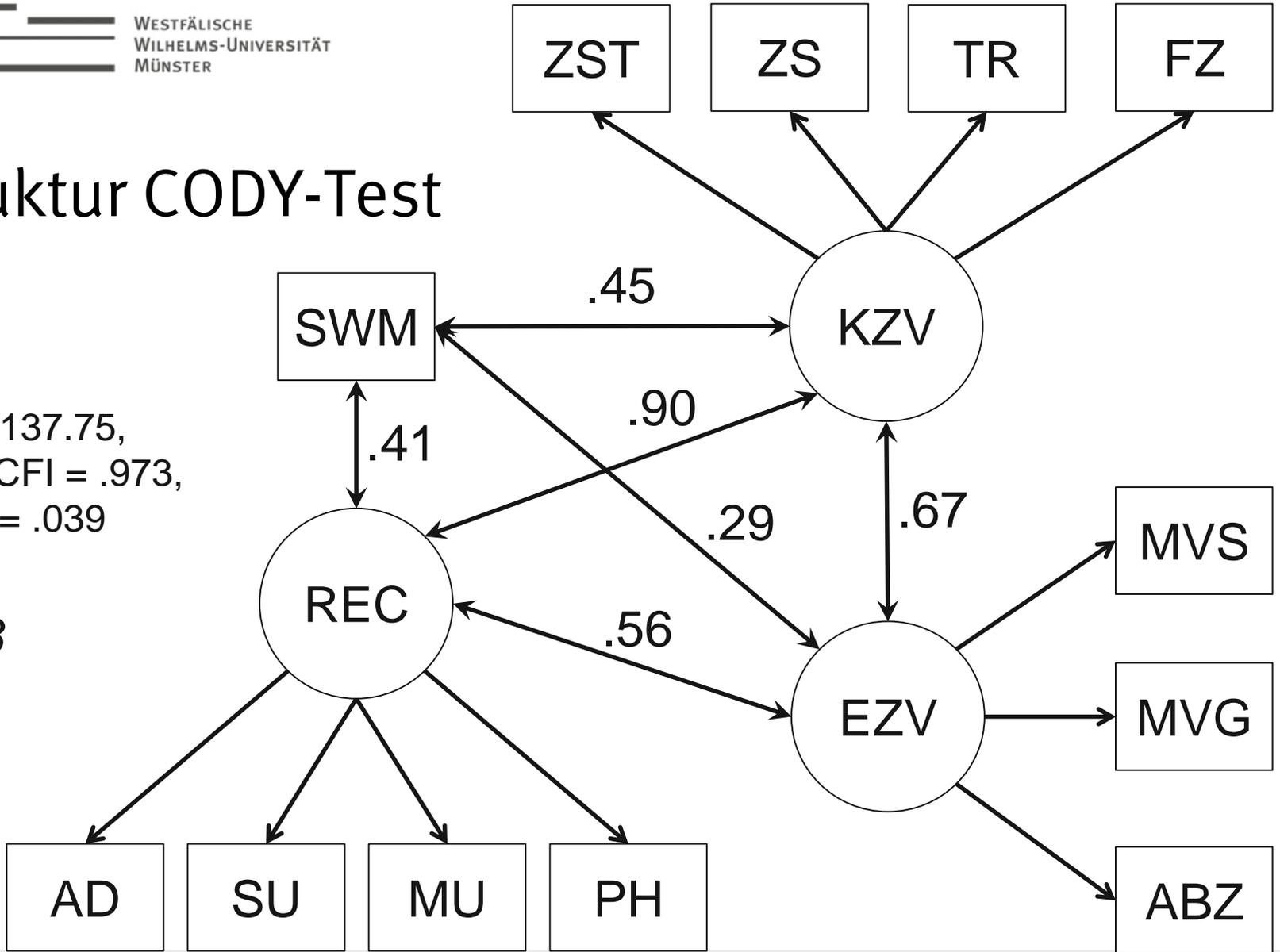
- $N = 1.242$ Grundschüler (Klassen 2-4, mittleres Alter 107.5 Monate, 682 Mädchen) aus 4 Bundesländern (BY, HH, NRW, HS)
 - Sample A: $N = 655$, HRT 1-4, CFT 1-R, SLS 1-4
 - Sample B: $N = 416$, HRT 1-4
 - Sample C: $N = 171$, ZAREKI-R, WISC-IV, SLS 1-4
 - Sample D: $N = 102$ (Messwiederholung nach 2 Wochen)

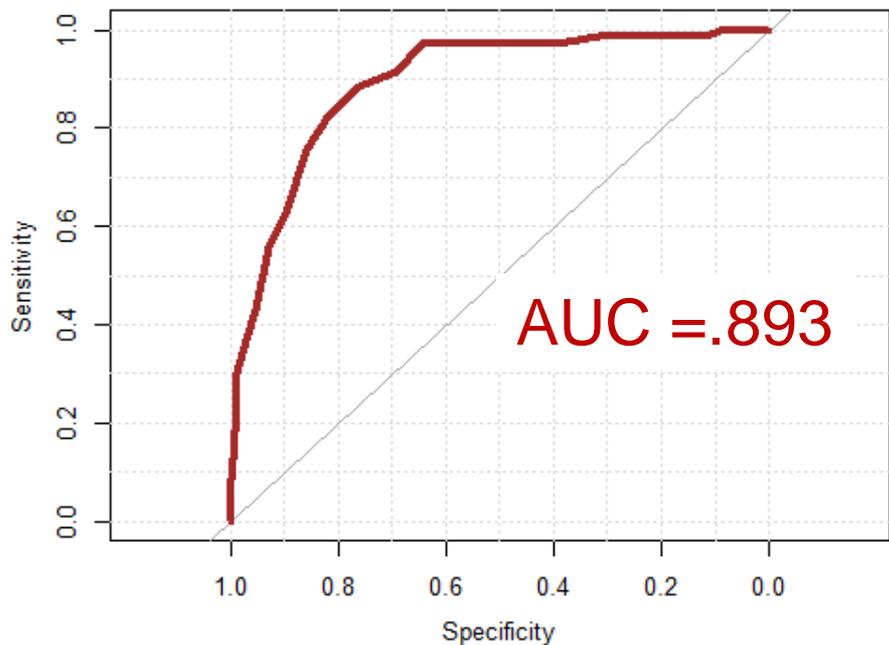
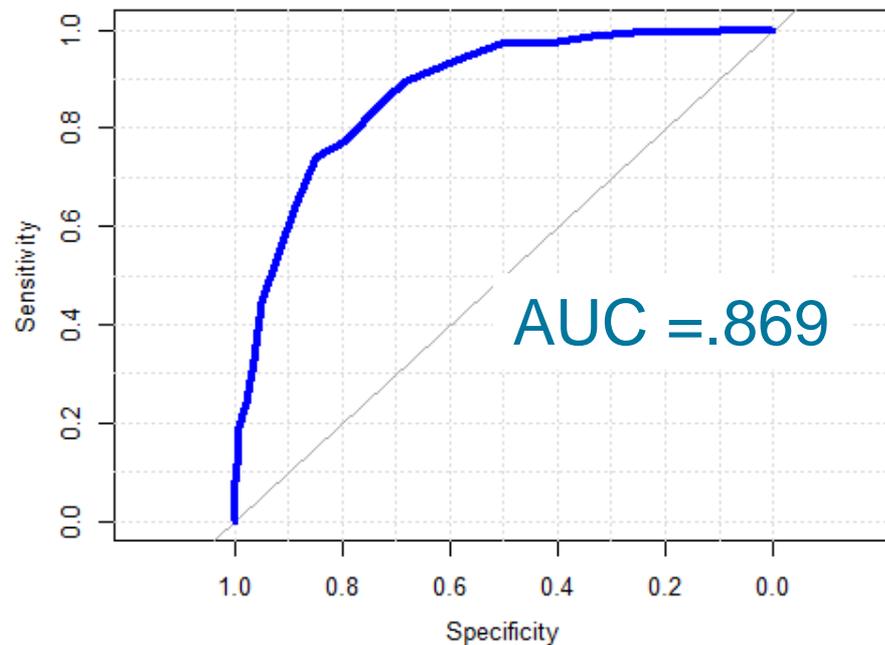
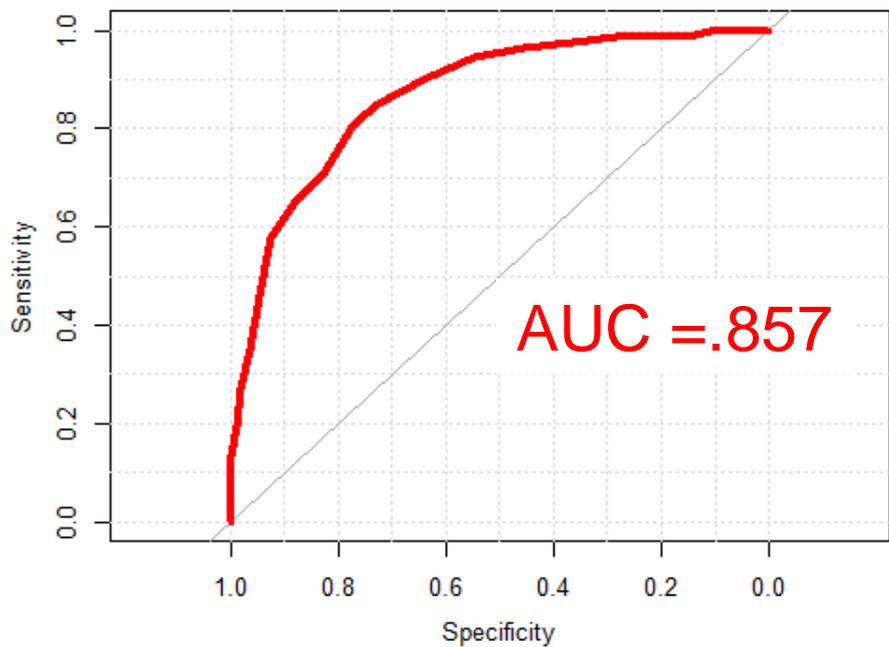
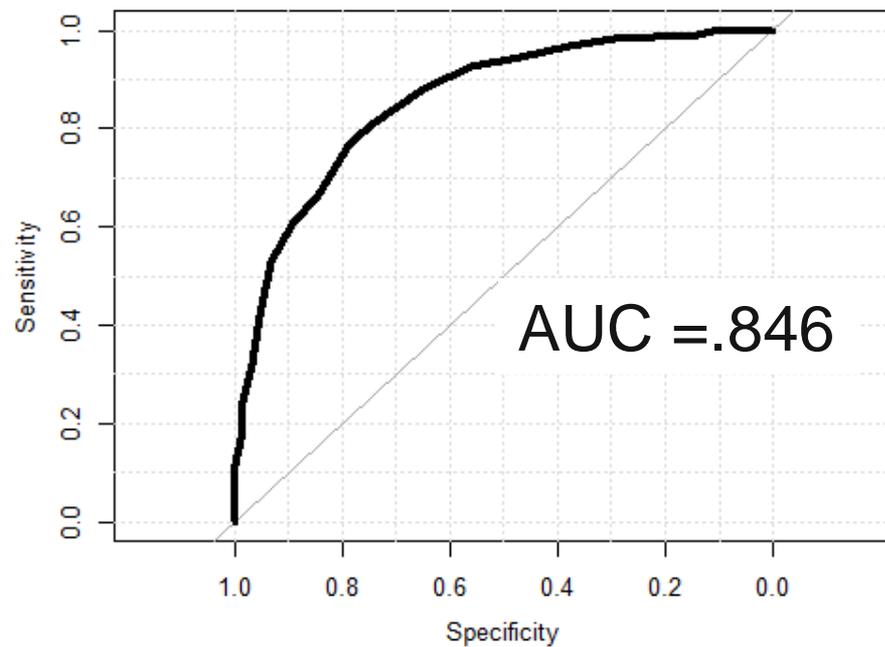


Struktur CODY-Test

$\chi^2(48) = 137.75,$
 $p < .01, CFI = .973,$
 $RMSEA = .039$

$r_{tt} = .88$



PR2**PR5****PR10****PR16**



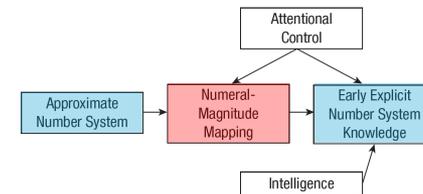
Meister CODY: Training

- Computergestütztes Training für rechenschwache Kinder in der Grundschule (2.-4. Klasse)
- Fokus auf Vorläuferfertigkeiten und einfachen Rechenaufgaben
- Adaptiv mit für Lernen „optimaler“ Schwierigkeit (~80% Korrekttlösungen; Jansen et al., 2013)

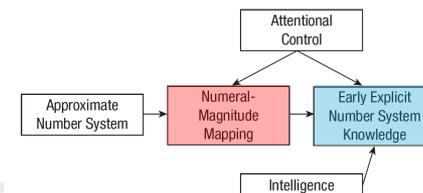
Meister CODY: Training



- Mengenvergleiche (Wilson et al., 2006)
- nichtsymbolisch, gemischt, symbolisch, Rechenaufgaben



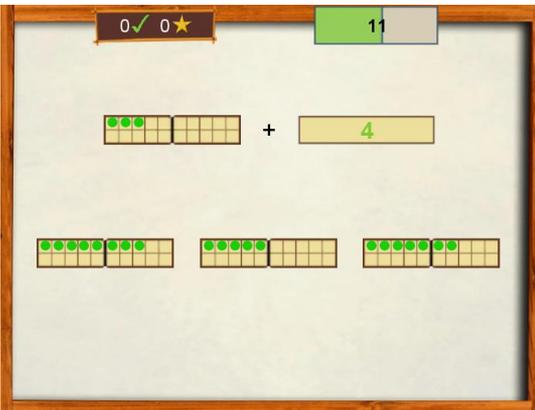
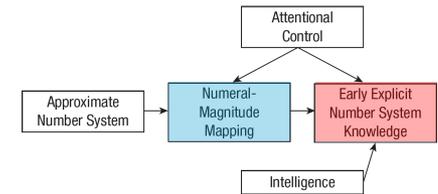
- Zahlenstrahlschätzaufgaben (Kucian et al., 2011)
- Nichtsymbolisch, symbolisch, Rechenaufgaben



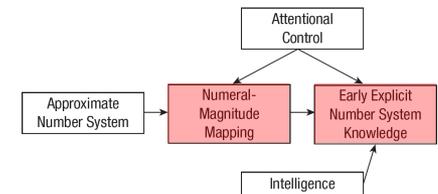
Meister CODY: Training



- Ordinalität und Zahlenrelationen (Kaufmann et al., 2009)
- gemischt, symbolisch



- Schnelles Rechnen (Obersteiner et al., 2013)
- Nichtsymbolisch, gemischt, symbolisch





Meister CODY Training bei Rechenschwäche

- Experimentelles Prä-Post-Design (RCT)
 - Meister CODY Training (spezifisch)
 - Training zum schlussfolgernden Denken (unspezifisch)
 - Wartekontrollgruppe
- 30 Trainingstage, Trainingsintensität 20 Minuten/Tag (jeweils 2 Spiele)

Stichprobe



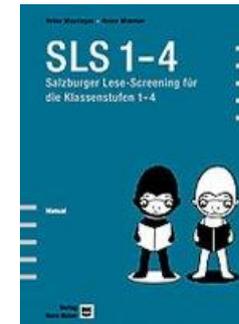
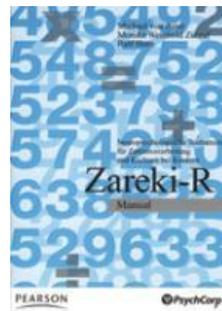
- $N = 67$ Grundschul Kinder (Alter $M = 8;7$, $SD = 1.11$, 46 Mädchen)

- Einschlusskriterien

- ZAREKI-R $T \leq 37$

- WISC-IV $IQ \geq 80$

- SLS 1-4 $LQ \geq 70$



Stichprobe



- Prä- und Posttest
 - HRT 1-4 (Addition und Subtraktion)



- Meister CODY Test (einfache/komplexe Zahlenverarbeitung)



Diagnostische und demografische Variablen

Variable	KG (<i>N</i> = 23)	CODY (<i>N</i> = 27)	DT (<i>N</i> = 17)
ZAREKI-R (<i>T</i>)	31.12 (3.78)	30.88 (3.92)	29.47 (3.15)
WISC-IV (IQ)	95.35 (8.72)	97.56 (9.53)	92.06 (6.63)
SLS 1-4 (LQ)	88.91 (11.80)	89.41 (9.49)	90.07 (15.16)
Alter	8.43 (1.04)	8.41 (1.01)	8.79 (1.48)
Mädchen	16	21	11

- 57/67 Kindern erfüllten das IQ-Diskrepanzkriterium (1.5 SD)
- 13/67 Kindern mit zusätzlicher Leseschwäche (PR < 10 im SLS 1-4)

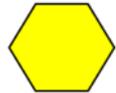
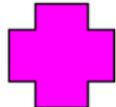
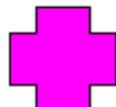
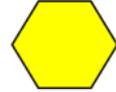
Denktraining

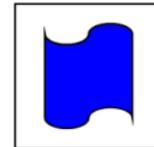
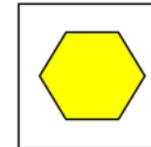
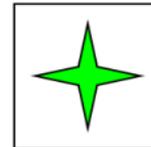
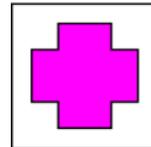
- Denkspiele mit Elfe und Mathis (Lenhard, Lenhard & Klauer, 2011); 20 Tage
- Meta-Analyse: $d = .69$ auf schulische Fertigkeiten (Klauer & Phye, 2008)



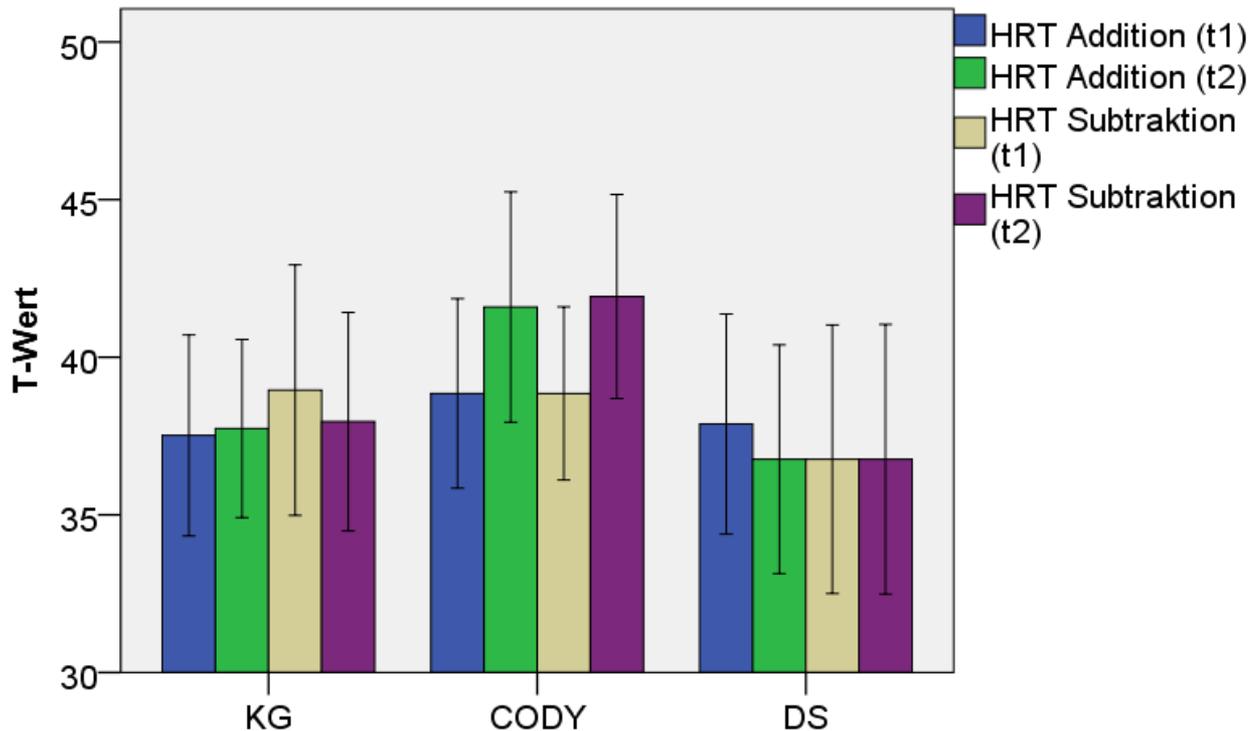
Denktraining

- Lateinische Quadrate (Zeuch, Holling & Kuhn, 2011); 10 Tage



Ergebnisse HRT



Addition:

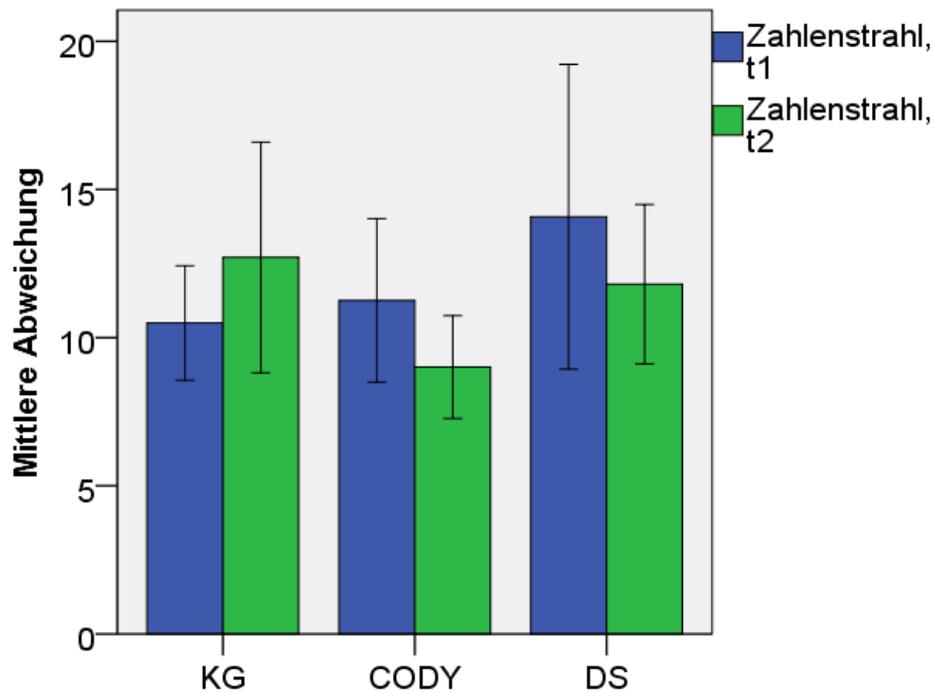
$$d = .57^* \text{ (CODY)}$$

Subtraktion:

$$d = .67^* \text{ (CODY)}$$

* $p < .05$, Kovariaten ZAREKI-R, WISC-IV, SLS1-4, Klasse

Ergebnisse Zahlenstrahlschätzaufgabe



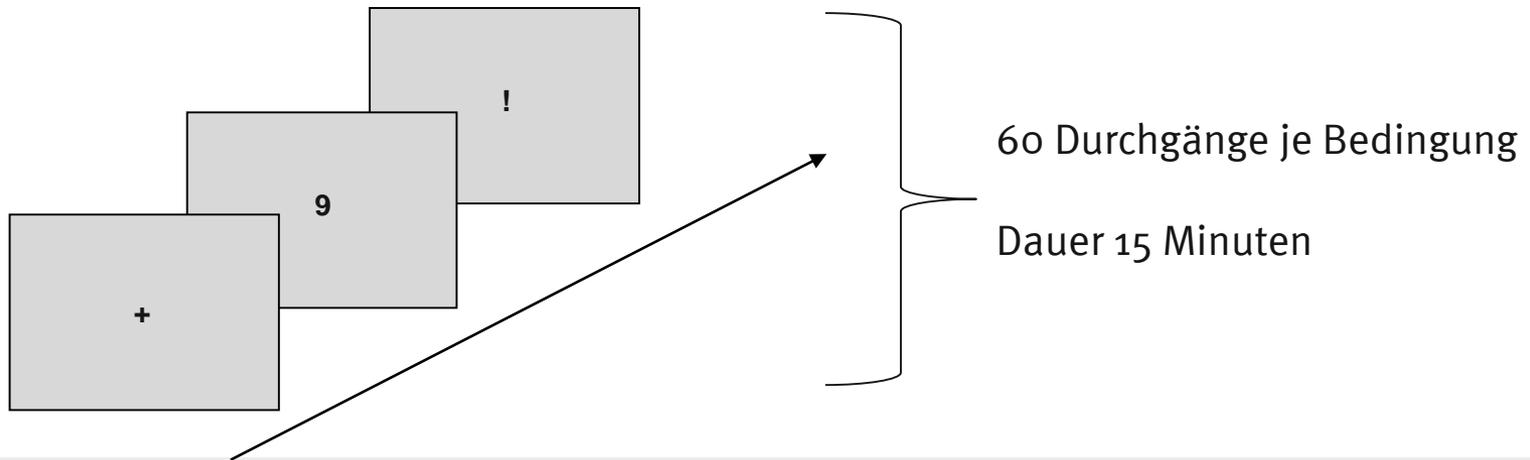
- $d = .65^*$ (CODY)

* $p < .05$, Kovariaten ZAREKI-R, WISC-IV, SLS₁₋₄, Klasse



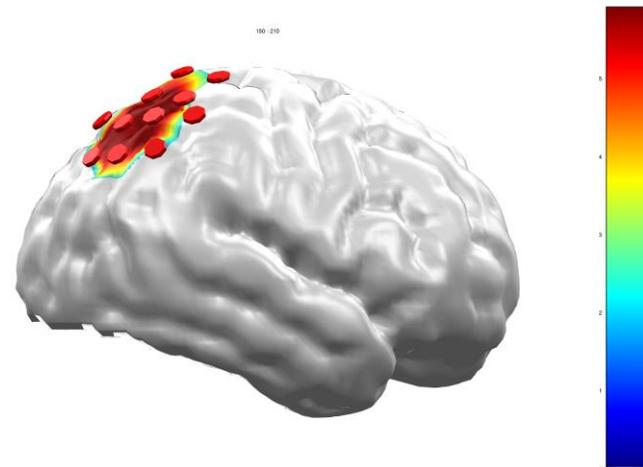
MEG Studie ($N = 17$ CODY, $N = 17$ DS)

- Aufgaben zur symbolischen Zahlenverarbeitung beim Prä- und Posttest
- Systematische Manipulation der numerischen Distanz
z. B. einstellige Zahlen: 1 - 5 - 9 (Soltész et al., 2007)



Ergebnisse MEG

- Geringere Aktivierung bei großen Distanzen in CODY-Gruppe **nach** dem Training
- 150-210ms nach Stimulus, rechtsparietal, Session x Distance x Training $F(1,32) = 10.02, p = .003$



Diskussion

- Das Meister CODY-Training führte zu Zuwächsen in Rechenfertigkeiten und höherer Präzision bei Zahlenstrahlschätzaufgaben (vgl. Kucian et al., 2011)
- Keine Zusammenhänge zwischen Lernzuwächsen und IQ, Lesen oder Erfüllung Diskrepanzkriterium
- Auf neuronaler Ebene rechtsparietale Aktivierungsreduktion im Bereich zahlenverarbeitender Areale nach dem Meister CODY-Training (große numerische Distanzen) → höhere Automatisierung der Zahlenverarbeitung

Weiterentwicklung Meister CODY Training

- 2014-2015: Ergänzung und Überarbeitung von Trainingsaufgaben, die Voraussetzungen zur Loslösung vom zählenden Rechnen schaffen sollen (Gaidoschik, 2015)
- Z. B. „Verdoppeln/Halbieren“, „Zerlegung der 10/Zahlzerlegung“



Weiterentwicklung Meister CODY Training

- Verwendung direkter Instruktion (Instruktionsvideos) basierend auf individuellen Fehlermusteranalysen (Trainings-Logfiles)



- Entwicklung eines Lernverlaufstests

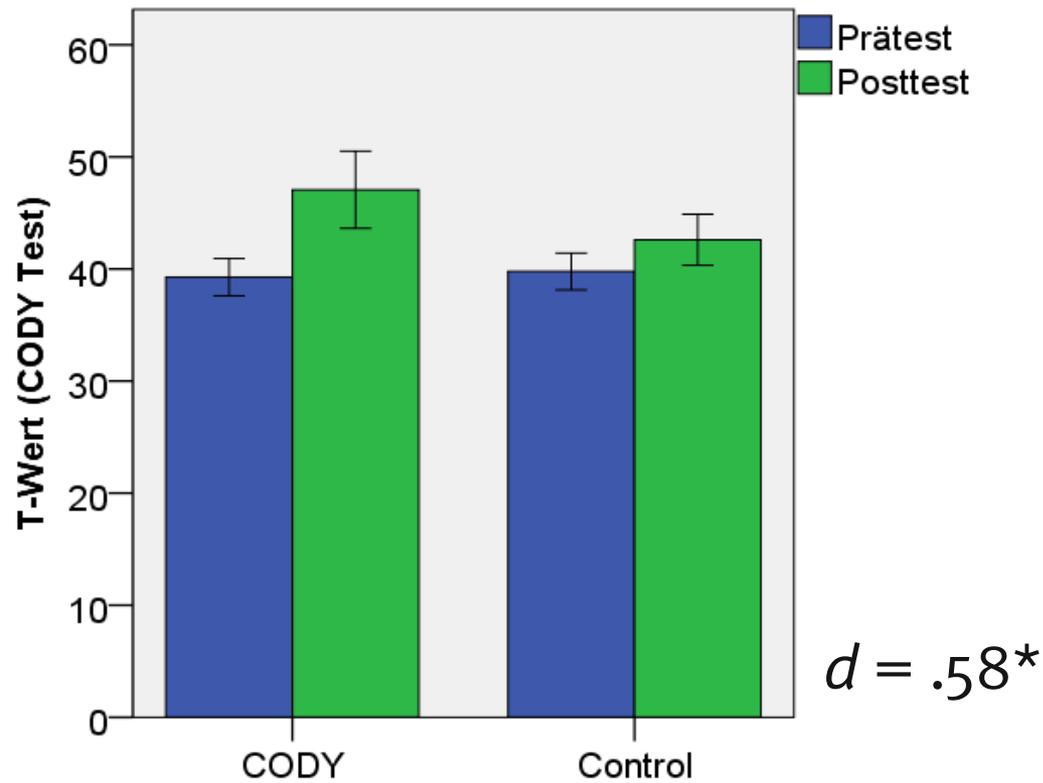




Weiterentwicklung Meister CODY Training

- „Daten aus dem Feld“ (2015)
- Vergleich von Kindern mit Rechenschwierigkeiten ($PR < 25$ CODY-Test)
 - A: Kinder aus Gruppe Retest ($N = 16$)
 - B: Kinder, die 30 Tage das Meister CODY Training absolviert hatten ($N = 16$)
- B mittels propensity scores aus einer Stichprobe von $N = 70$ auf A gematched
→ „statistische Zwillinge“ im Prätest

Weiterentwicklung Meister CODY Training



Ausblick

- 2016: laufende Evaluationsstudie zum Meister CODY-Training
- 12 Schulen, 58 Klassen (30 dritte Klassen, 28 vierte Klassen)
- $N = 718$ (51% 3. Klasse; 51% Mädchen)
- Rechenschwache Kinder ($PR < 25$ in DEMAT2+/3+; $N \sim 100$) erhalten 19 Wochen lang das Meister CODY-Training (3x die Woche)
- Prätest, Posttest, Follow-up (3 Monate)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

...und an

- Julia Raddatz, Christin Schwenk
- Prof. Dr. Heinz Holling und Prof. Dr. Christian Dobel
- Kaasa Health
- Bundesministerium für Bildung und Forschung



kaasa health

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung