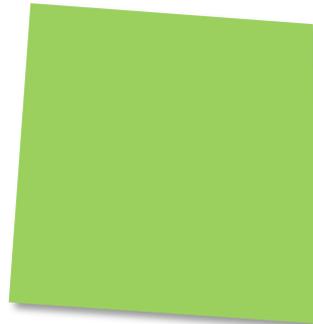


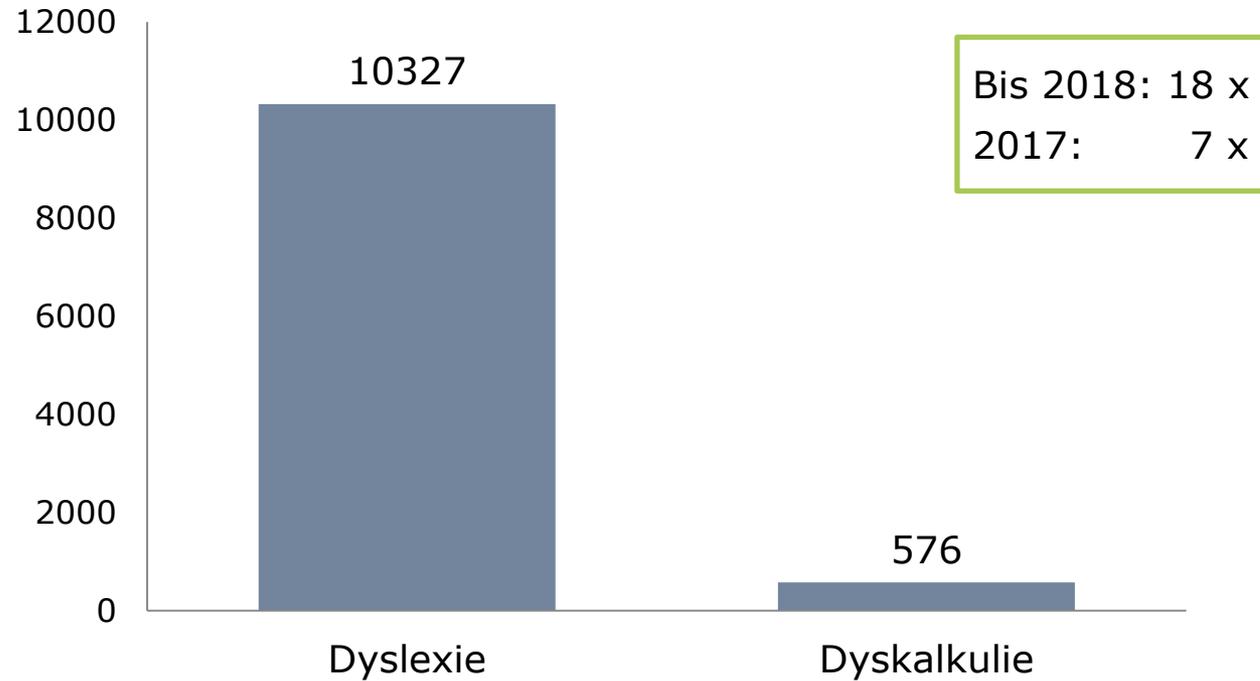
DYSKALKULIE AUS SICHT DER WISSENSCHAFT

Kristina Moll

Dyskalkulie-Tagung 16. März 2018



PUBLIKATIONEN BIS 2018



Quelle: PsychINFO database Februar 2018



MYTHEN



- Rechenstörung gibt es nicht – alles eine Frage des Unterrichts
- Wissen über LRS, aber nicht über Rechenstörung
- v.a. die Ursachen der Rechenstörung sind völlig unbekannt
- Wissen über therapeutische Effekte fehlt

Einiges bekannt aber auch viele offene Fragen?

RECHENSTÖRUNG VERSTEHEN

Ziel = Entwicklung eines umfassenden Störungsmodells

U
M
W
E
L
T

Beobachtungsebene	Identifikation
Genetik	Genetische Faktoren
Neurobiologie	Rechennetzwerk
Kognition	Kognitive Kerndefizite
Verhalten	Symptome

WIE ÄUßERT SICH EINE RECHENSTÖRUNG? SYMPTOME?

U
M
W
E
L
T

Beobachtungsebene	Identifikation
Genetik	Genetische Faktoren
Neurobiologie	Rechennetzwerk
Kognition	Kognitive Kerndefizite
Verhalten	Symptome

KLASSIFIKATION – ICD-10

F8 Entwicklungsstörungen

F81 Umschriebenen Entwicklungsstörungen schulischer Fertigkeiten

F81.0 Lese- und Rechtschreibstörung

F81.1 Isolierte Rechtschreibstörung

F81.2 Rechenstörung

F81.3 Kombinierte Störung schulischer Fertigkeiten

F81.2 + F81.0 oder F81.1

→ **Störungsbild mit neurobiologischer Ursache**



SYMPTOMATIK



ICD-10

„Rechenstörungen sind verschiedenartig“

Probleme:

- Konzepte der Rechenoperationen
Mathematische Zeichen + Ausdrücke
- Rechenschritte ausführen
- Einmaleins

DSM-5

Rechenstörung – Dyskalkulie

Probleme:

- Konzepte
- Rechenschritte ausführen
- Einmaleins
- **Basisnumerische Verarbeitung**

**Grundrechenarten und Umgang mit Zahlen und Mengen
NICHT höhere Mathematik**

FALLBEISPIEL - SYMPTOMATIK



- In der Grundschule hab ich längere Zeit gedacht, dass eins plus eins elf wäre - hab nicht verstanden, warum zwei dabei rauskommt.
- Ich hatte immer Schwierigkeiten, wenn wir eine neue **Rechenart** gelernt haben.
- **Rechenwege** vergesse ich schnell; es ist mir extrem peinlich, wenn jemand von irgendeiner Rechenart redet und ich weiß „das hast du in der Grundschule durchgenommen und du müsstest wissen, wie das geht“
- Ich kann nicht gut **Kopfrechnen**... zähle meistens die Zahlen noch schrittweise im Kopf durch...und wenn das dann schwieriger wird, **zähle ich mit den Fingern** ab.
- **Textaufgaben** habe ich meistens nicht verstanden, sie bereiten mir heute noch Schwierigkeiten; die meisten verstehe ich nicht, ich weiß nicht was von mir verlangt wird.

FALLBEISPIEL - SYMPTOMATIK



- Ich kann mir **Mengen** nicht gut vorstellen. Wie viel sind 100 g?
Ich kann Mengen nicht gut **umrechnen**, z.B. was Gramm in Kilogramm ist ...
Ich kann auch überhaupt nicht **einschätzen**, wie viele Einwohner irgendwas hat (hat Deutschland 10.000 Einwohner oder mehr?)
- Ich **merke auch nicht**, wenn da ein völlig **falsches Ergebnis** rauskommt bei einer Rechenaufgabe, weil ich mir die **Größe der Zahl nicht vorstellen** kann und nicht abschätzen kann, was rauskommen müsste.
- Ich habe Schwierigkeiten, **Prozente** auszurechnen. Ich kann mir darunter einfach nichts vorstellen.
- Besonders schlimm ist es mit **Kommazahlen**, wenn ich die irgendwie zusammen rechnen soll oder was abziehen...und das womöglich im Kopf...

ZUSAMMENFASSUNG SYMPTOMATIK

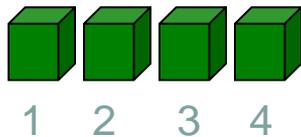
- Mangelndes Verständnis der Grundrechenarten
→ was bedeutet plus, minus etc.
- Probleme mit Textaufgaben: welche Rechenarten sind gefordert
- Platz-Wert System - Zahlensyntax (121)
- Transkodieren - im Deutschen: Inversion
- Defizite im Faktenwissen: Zählen, an Fingern abzählen
- Deutlich reduzierte Geschwindigkeit beim Lösen von Rechenaufgaben
- Mengen schätzen
- Abschätzen von Ergebnissen - Plausibilität
- Umrechnen von Einheiten, z.B. Gramm in Kilogramm

Heterogenes Störungsbild erfordert umfassende Diagnostik



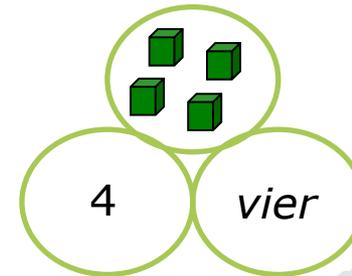
FRÜHE SYMPTOMATIK IM VORSCHULALTER

- Zuordnen von Mengen und Größen (mehr, weniger etc.)
- Umgang mit Maßeinheiten (Geld, Gewicht, Zeit, Länge)
- Schwierigkeiten beim Zählen und bei den Zählprinzipien
→ Kardinalitätsprinzip



Menge = 4

- Vorschule / Schule: Beginn Zahlenwissen

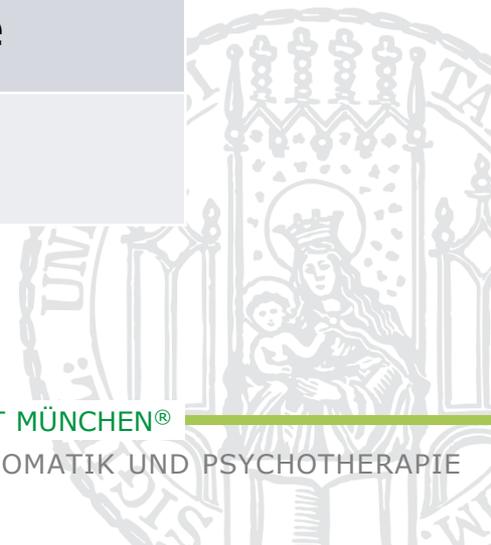


- Addition:
Alle zählen → weiterzählen → Zählen von großer Zahl → Faktenabruf

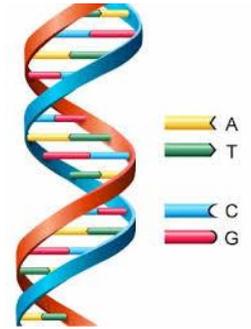
GENETISCHE GRUNDLAGEN DER RECHENSTÖRUNG?

U
M
W
E
L
T

Beobachtungsebene	Identifikation
Genetik	Genetische Faktoren
Neurobiologie	Rechennetzwerk
Kognition	Kognitive Kerndefizite
Verhalten	Symptome



GENETIK



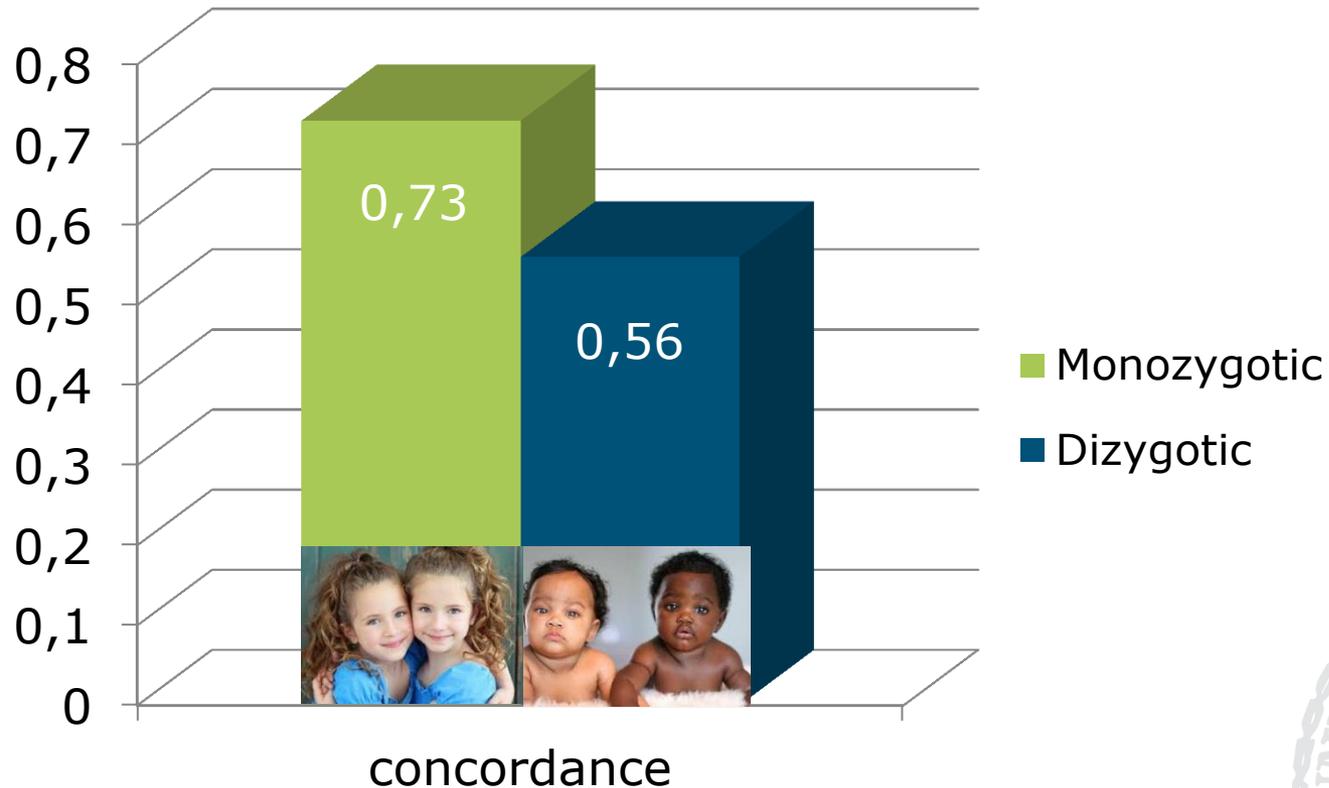
Familiäre Häufung:

Risiko bei Geschwistern von Betroffenen ca. 10-fach erhöht
(Shalev, Manor & Kerem, 2001)

Genetische Syndrome und Rechenstörung:

- X Chromosom: Fragiles X Syndrom, Turner Syndrom
- Chromosom 7: Williams-Beuren Syndrom
- Chromosom 15: Prader-Willi-Syndrom
- Chromosom 22: Velokardiofaziales Syndrom (Mikro-deletion 22q11)

ZWILLINGSSTUDIEN



Alarcon et al. (1997)

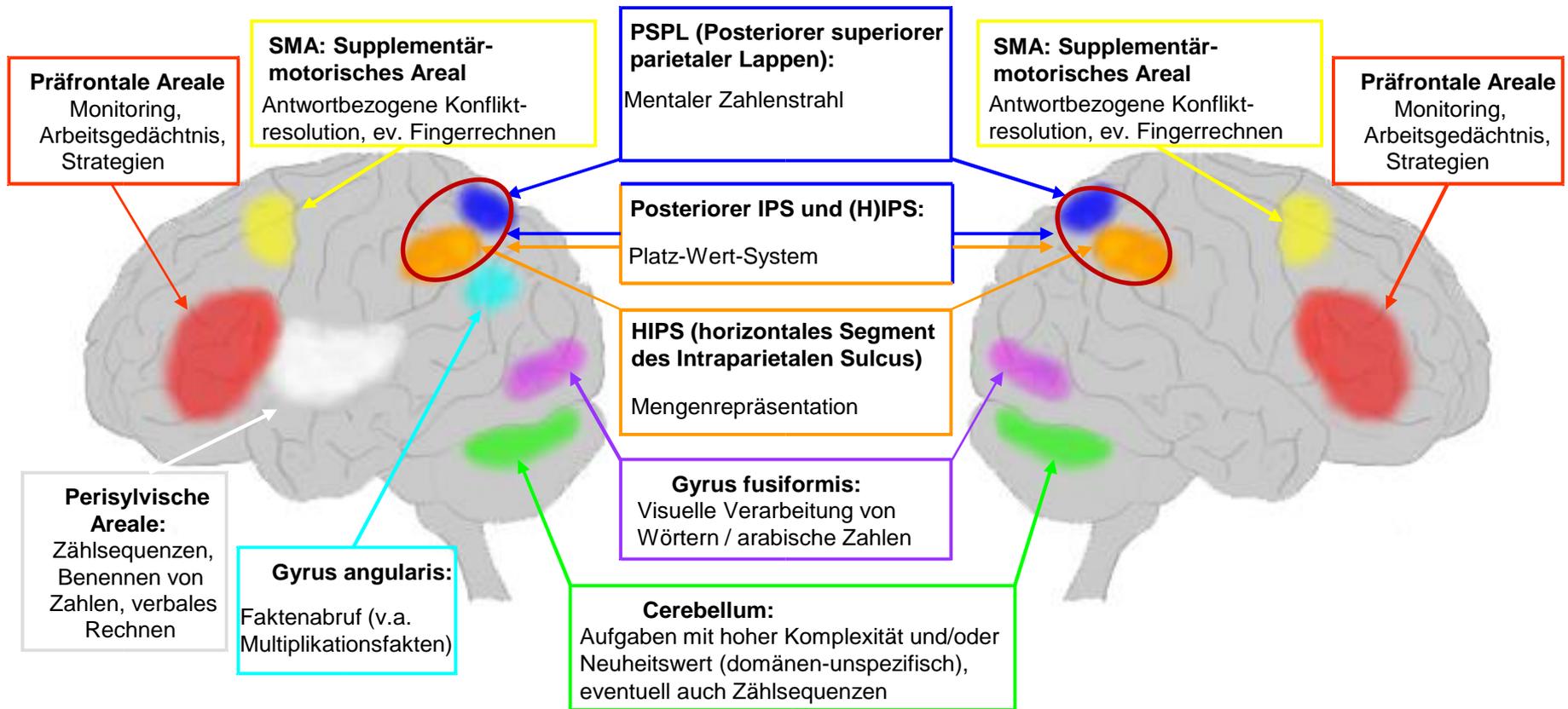


NEUROBIOLOGISCHE KORRELATE DER RECHENSTÖRUNG?

U
M
W
E
L
T

Beobachtungsebene	Identifikation
Genetik	Genetische Faktoren
Neurobiologie	Rechennetzwerk
Kognition	Kognitive Kerndefizite
Verhalten	Symptome

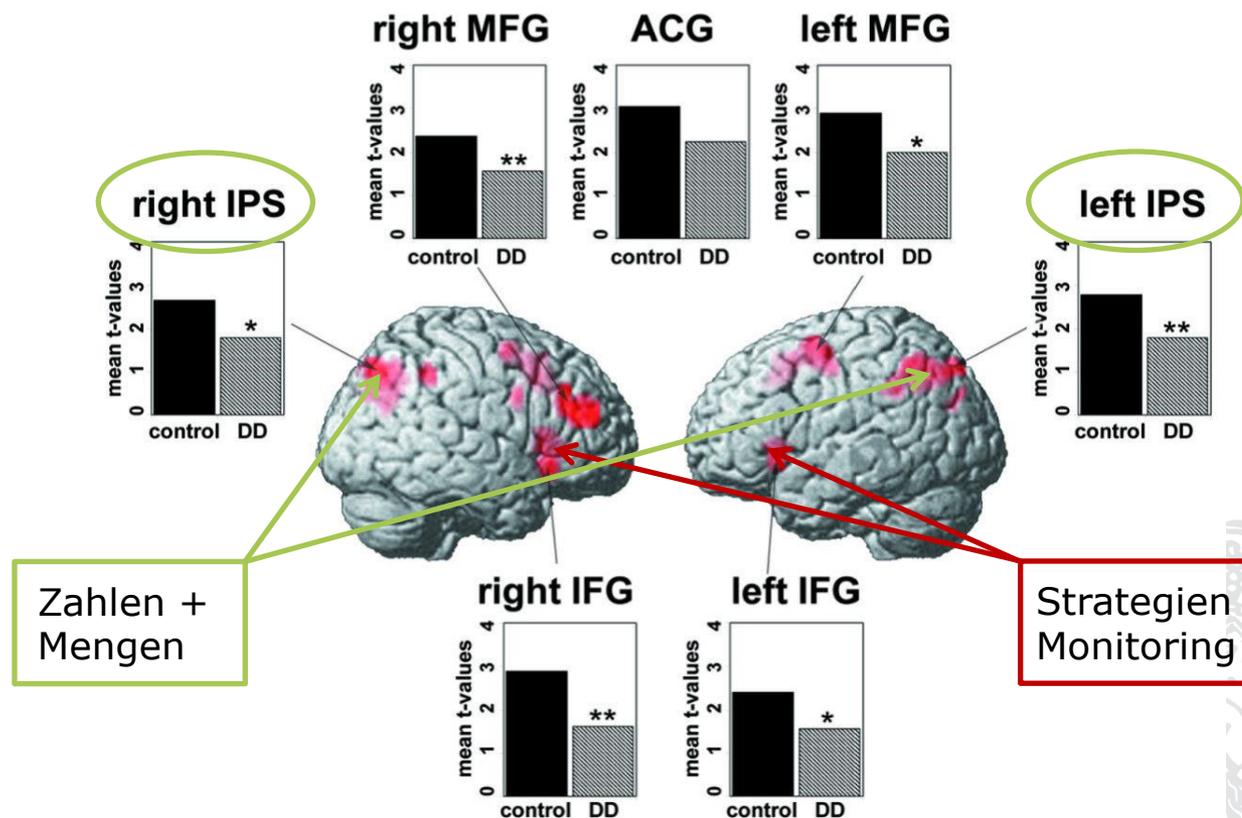
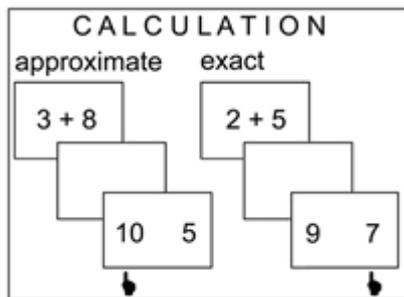
Neuronales Netzwerk der Zahlenverarbeitung



Überlappende Areale mit Lesenetzwerk

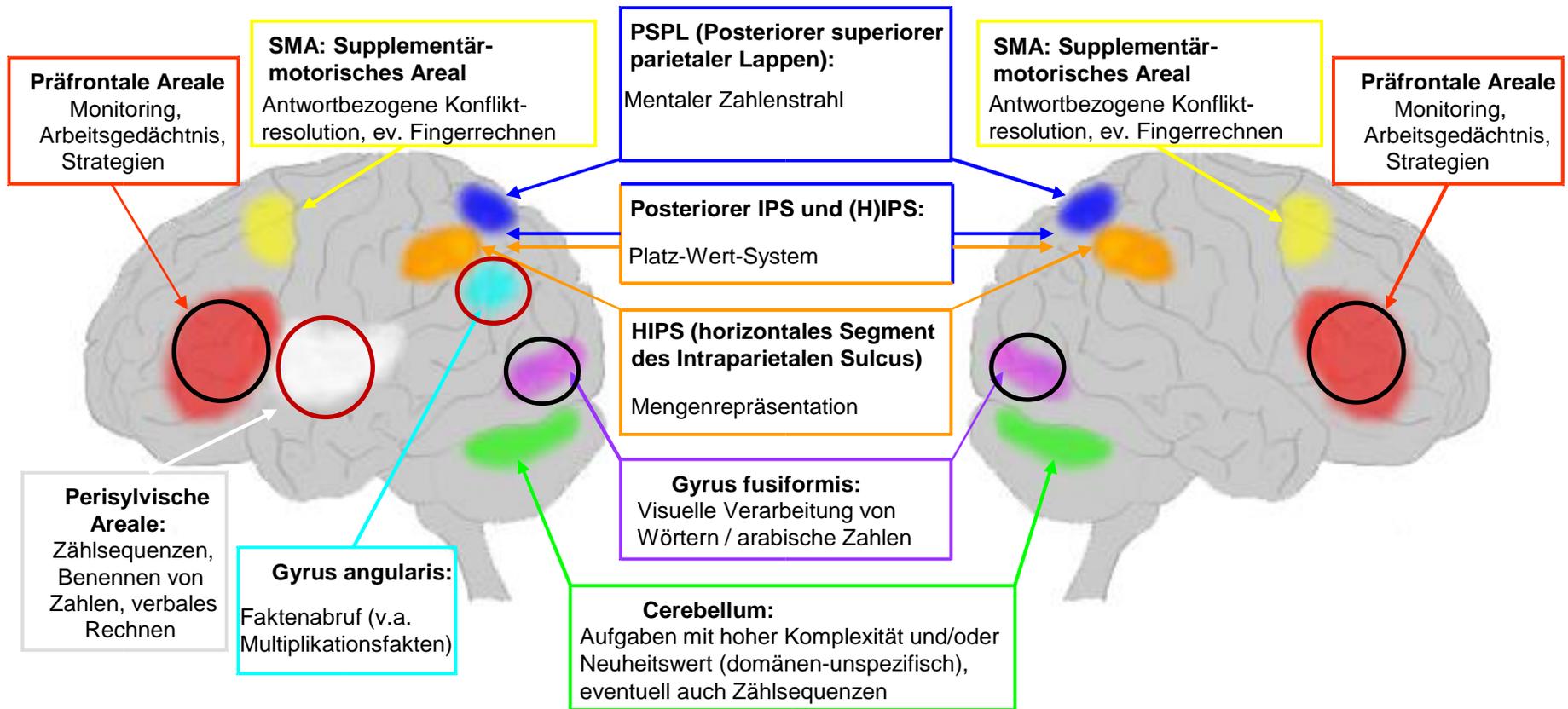
Kaufmann & Nuerk (2007)

APPROXIMATE CALCULATION



Kucian et al., 2006

Neuronales Netzwerk der Zahlenverarbeitung



Überlappende Areale mit Lesenetzwerk

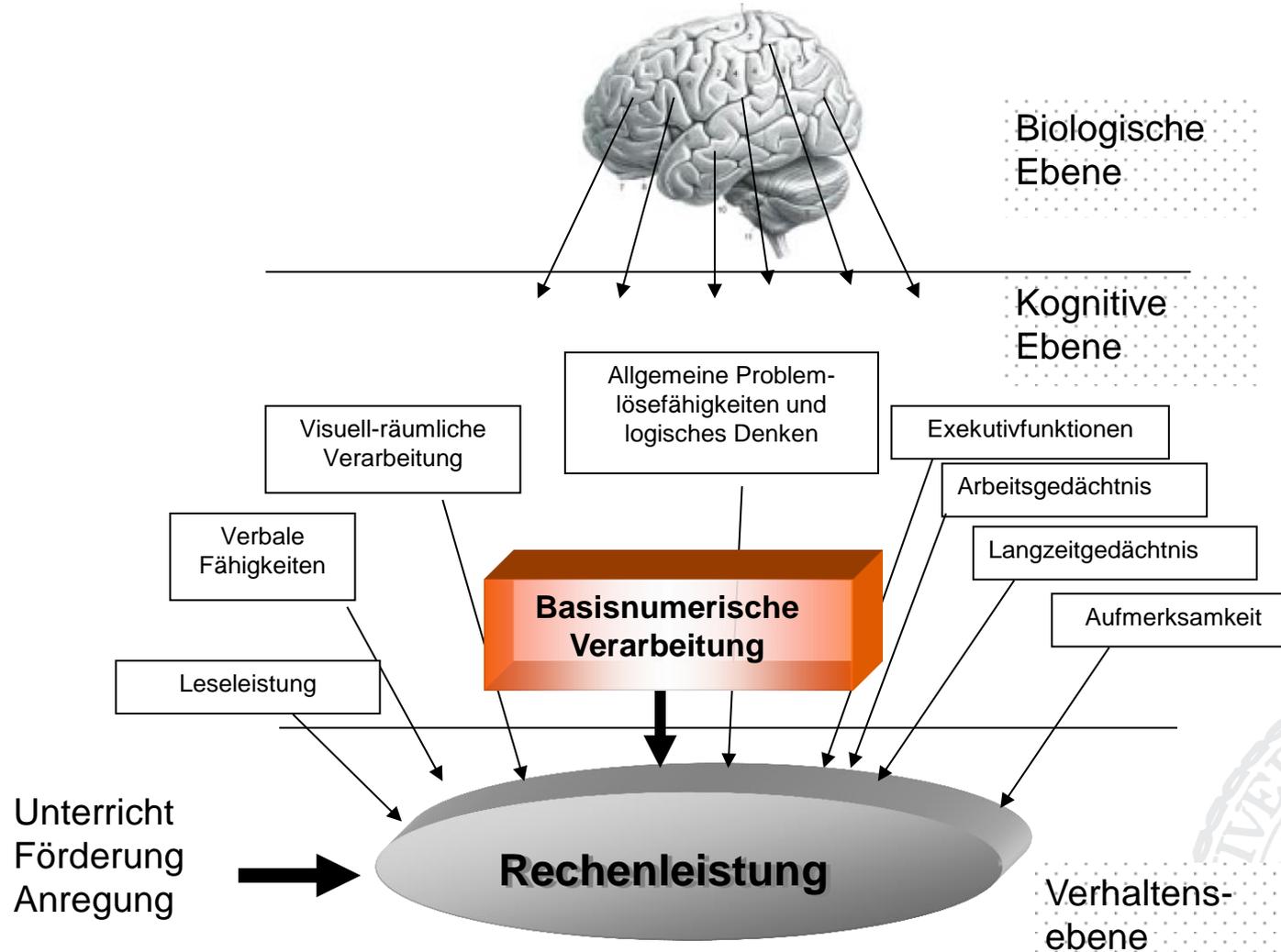
Kaufmann & Nuerk (2007)

WAS SIND DIE KOGNITIVEN KERndefIZITE EINER RECHENSTÖRUNG?

U
M
W
E
L
T

Beobachtungsebene	Identifikation
Genetik	Genetische Faktoren
Neurobiologie	Rechennetzwerk
Kognition	Kognitive Kerndefizite
Verhalten	Symptome

Neuro-kognitive Grundlagen des Rechnens



Landerl & Kaufmann, 2008

TRIPLE CODE MODEL (DEHAENE, 2000)

Präverbales System:

- Große Mengen schätzen / vergleichen
- Kleine Mengen exakt Subitizing

Analoge Mengen-
repräsentation
(ANS)



427

Visuelle
arabische
Zahlform

Arabisches Ziffernsystem:

- Mehrstellige Zahlen
- Gerade - ungerade



Verbaler
Wordrahmen

Sprachsystem:

- Zählen
- Faktenwissen (Einmaleins)

vierzehn

BASISNUMERISCHES DEFIZIT

Vergleichen großer Mengen

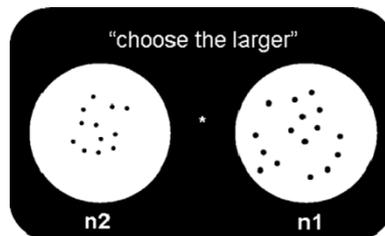
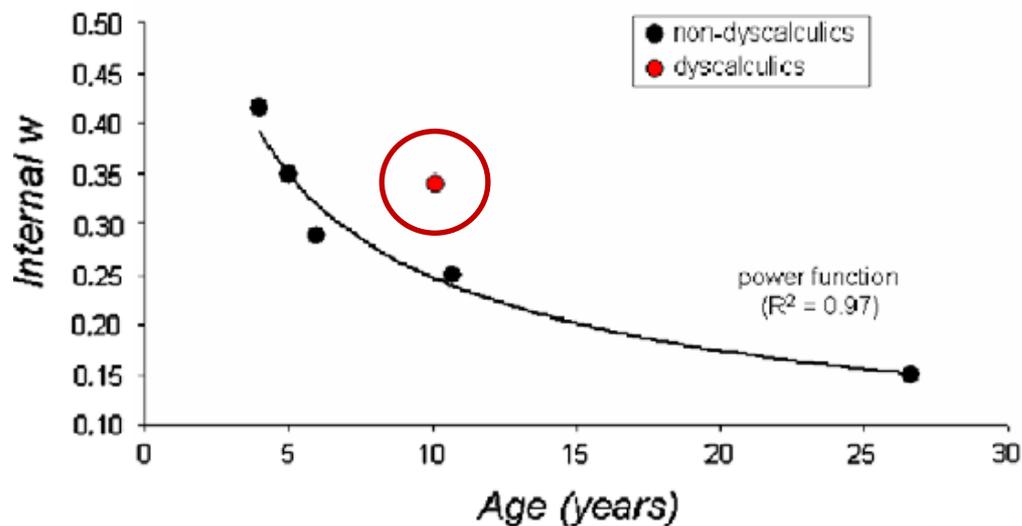
Unpräzise Mengenrepräsentation



Babies: ratio 1:2 $w = 1.00$

Erwachsene: ratio 7:8 $w = 0.14$

1.00 ●

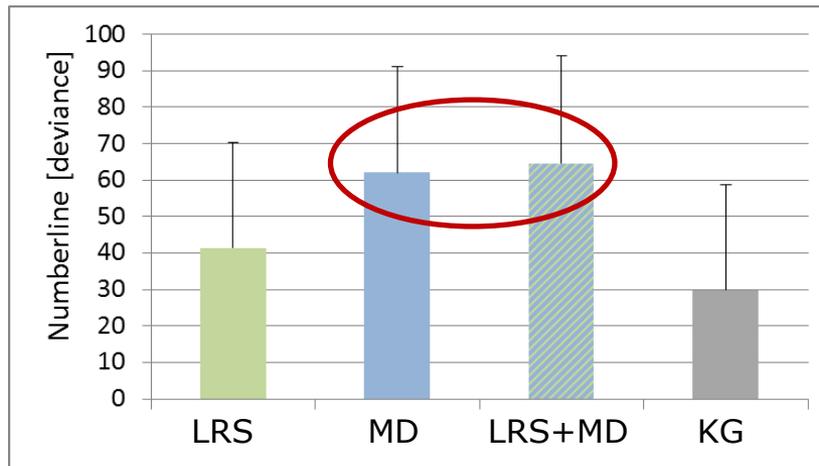
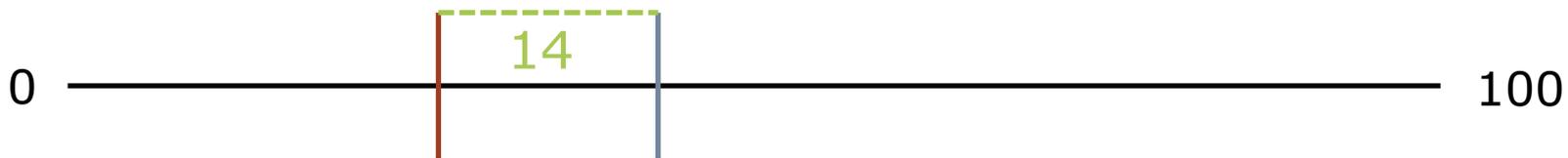


Piazza et al., 2010

KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN®

BASISNUMERISCHES DEFIZIT

Zahlenrepräsentation auf dem mentalen Zahlenstrahl

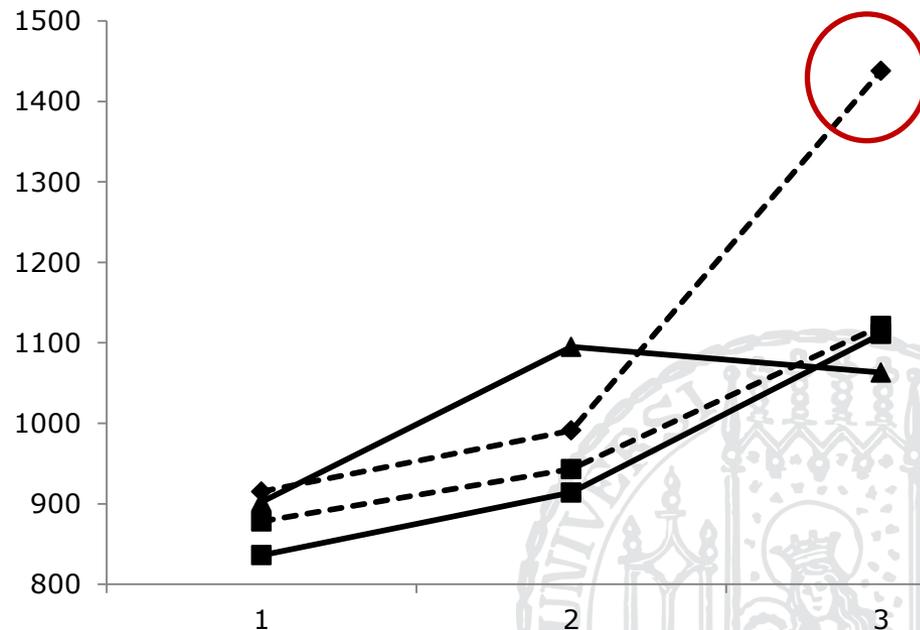
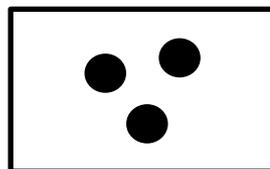
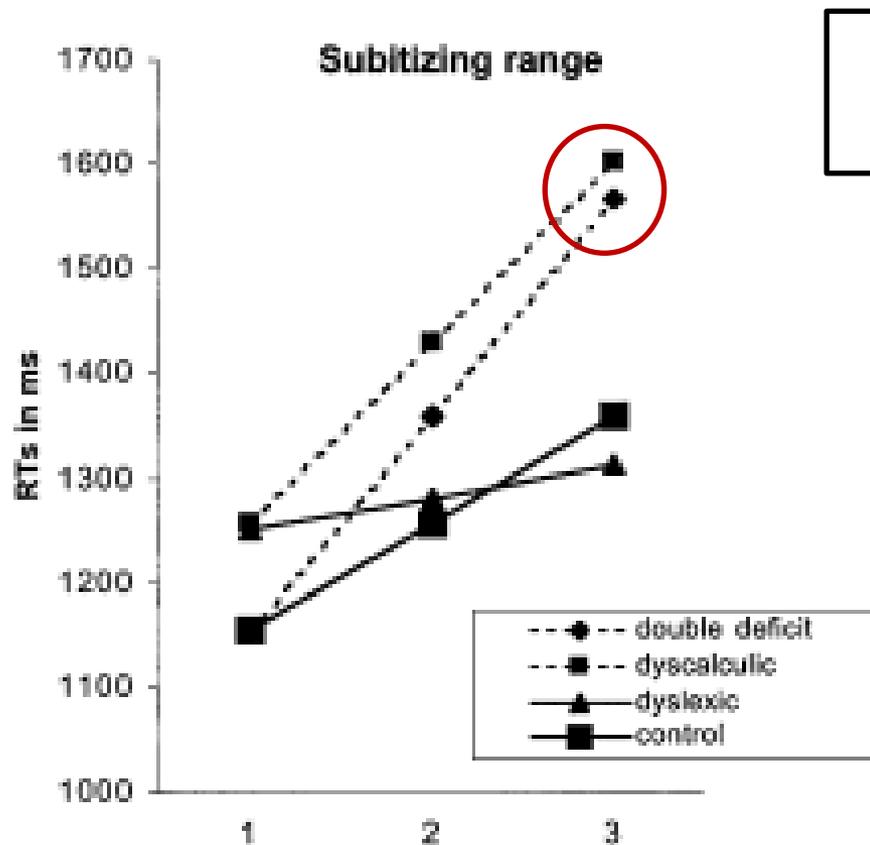


Unpräzise Repräsentation

Moll, Göbel, & Snowling, 2014

BASISNUMERISCHES DEFIZIT

Defizite im exakten Erfassen kleiner Mengen (Subitizing)



Landerl, Bevan, & Butterworth, 2004

Moll, Göbel, & Snowling, 2014

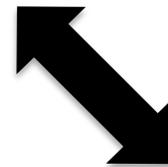
KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN®

TRIPLE CODE MODEL (DEHAENE, 2000)

Präverbales System:

- Subitizing
- Mengen schätzen

Analoge
Mengen-
repräsentation
(ANS)



427

Visuelle
arabische
Zahlform



Verbaler
Wordrahmen

vierzehn

Arabisches Ziffernsystem:

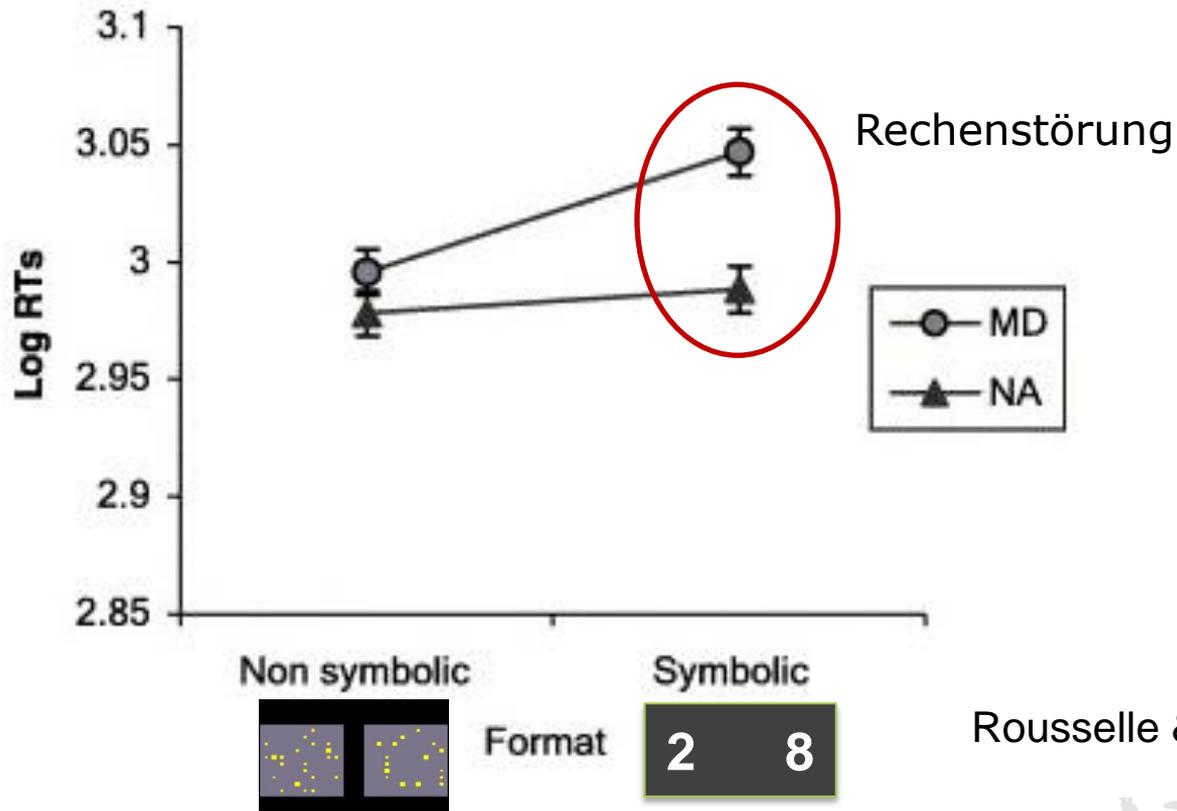
- Mehrstellige Zahlen
- Gerade - ungerade

Sprachsystem:

- Zählen
- Faktenwissen (Einmaleins)

BASISNUMERISCHES DEFIZIT

Zugriffs-Defizit: Ziffer - Menge



Rousselle & Noel, 2007

TRIPLE CODE MODEL (DEHAENE, 2000)

Präverbales System:

- Subitizing
- Mengen schätzen

Analoge
Mengen-
repräsentation
(ANS)



427

Visuelle
arabische
Zahlform

Arabisches Ziffernsystem:

- Mehrstellige Zahlen
- Gerade - ungerade

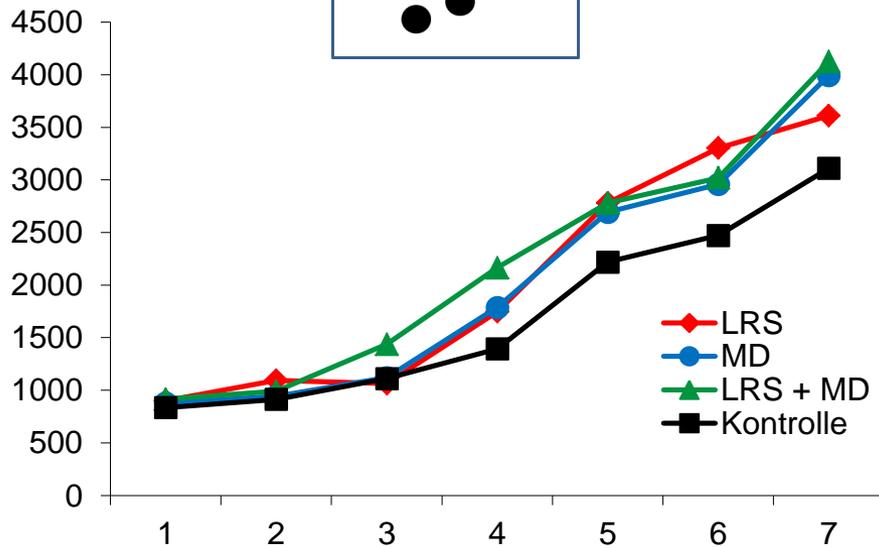
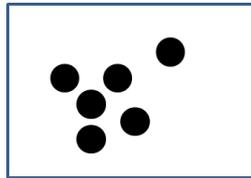
Verbaler
Wordrahmen

vierzehn

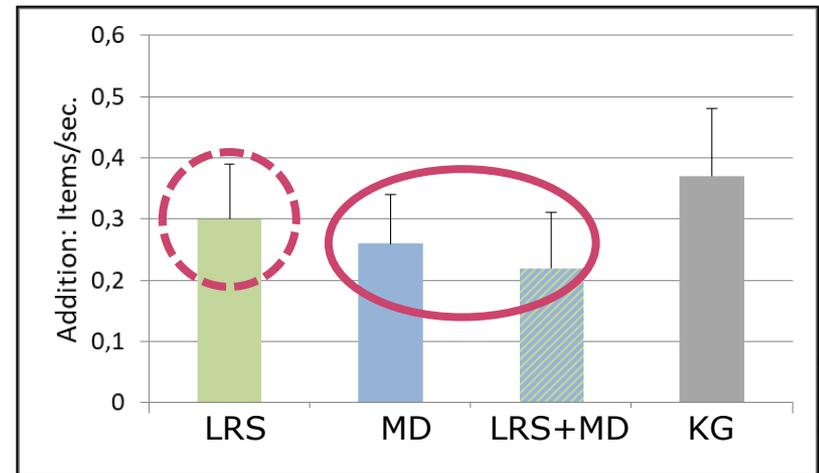
Sprachsystem:

- Zählen
- Faktenwissen (Einmaleins)

ZÄHLEN UND FAKTENWISSEN



Faktenwissen: Addition



Moll, Göbel, & Snowling, 2014

TRIPLE CODE MODEL (DEHAENE, 2000)

Präverbales System:

- Subitizing
- Mengen schätzen

Analoge
Mengen-
repräsentation
(ANS)



427

Visuelle
arabische
Zahlform

Arabisches Ziffernsystem:

- Mehrstellige Zahlen
- Platz-Wert System

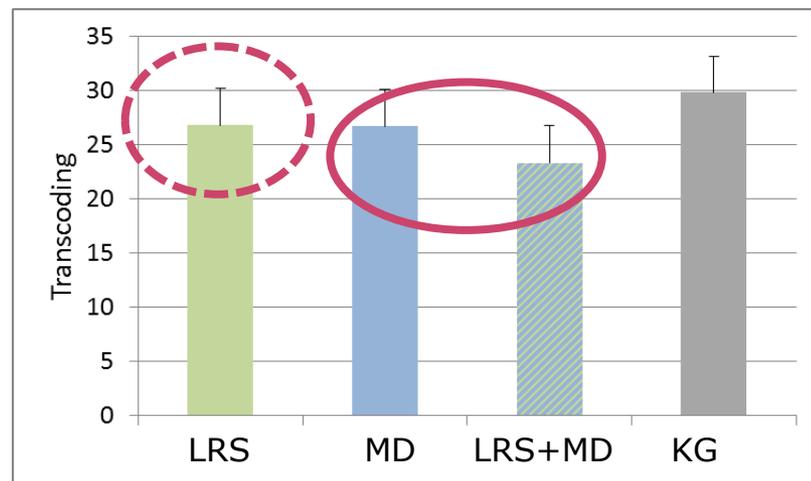
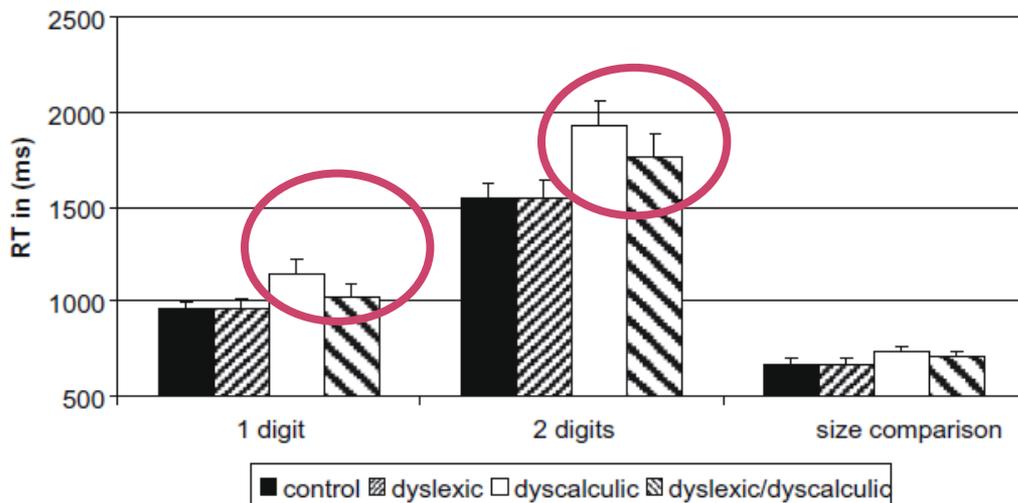
Verbaler
Wordrahmen

vierzehn

Sprachsystem:

- Zählen
- Faktenwissen (Einmaleins)

BASISNUMERISCHES DEFIZIT



2 8

17 31

2 2

Landerl, Fussenegger, Moll, & Willburger, 2009

Lesen und Schreiben von Zahlen

Moll, Göbel, & Snowling, 2014

KERNDEFIZIT

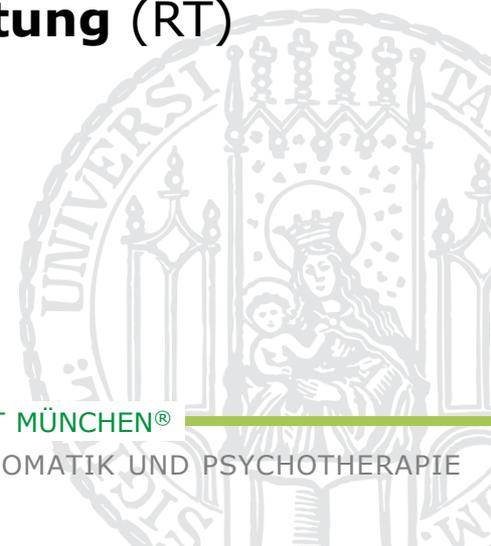
= **Basale Zahlenverarbeitung**

- Mengenrepräsentation oder Mengenzugriff
- Genauigkeit der Zahlenrepräsentation
- Verbale Zahlenverarbeitung (Faktenwissen, Zählen)
- Visuell arabische Zahlform (Platz-Wertsystem; mehrstellige Zahlen)

Genauigkeit aber v.a. **Effizienz der Zahlenverarbeitung** (RT)

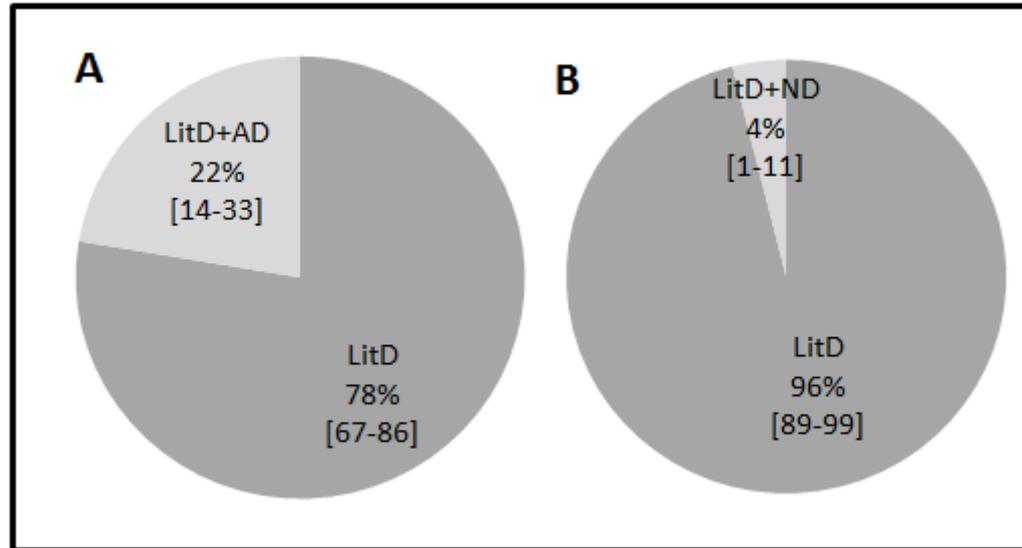
Spezifisches Defizit ABER:

Überlappung mit LRS bei verbaler Zahlenverarbeitung



KOMORBIDITÄT LRS UND DYSKALKULIE

N = 1454
PR < 7



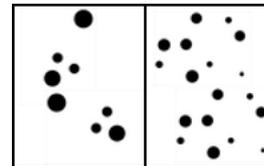
$$2 + 4 =$$

$$4 - 2 =$$

$$4 \times 2 =$$

5

7



FÖRDERUNG BASISNUMERISCHE VERARBEITUNG

Symptomorientiert und Ansatz am Kerndefizit!

Kindergartenförderung:

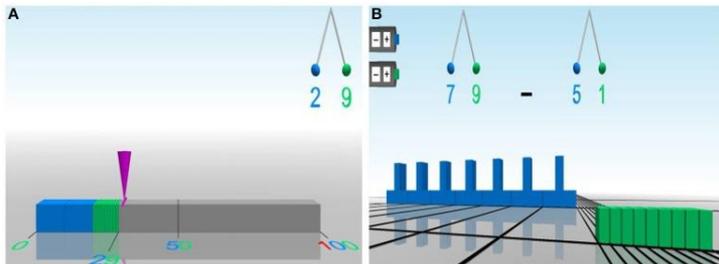
Mengen, zählen, Zahlen (Krajewski et al., 2013)



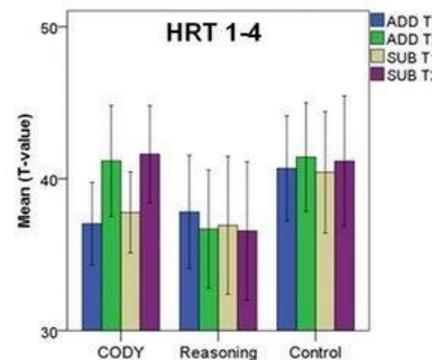
Evaluierte PC-Trainingsprogramme:

Calcularis:

Rauscher et al., 2016



Meister Cody Talasia:



Zusammenfassung und Ausblick

Ebene	Aktuelles Wissen	Offene Fragen
Genetik	Genetische Faktoren spielen eine große Rolle	<ul style="list-style-type: none"> • Kandidatengene • Funktion der Gene • Komorbidität vs. isoliert
Neurobiologie	Rechennetzwerk: Zentrale Rolle des IPS	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklungsaspekte • Veränderung durch Förderung • Kompensation
Kognition	Kerndefizit: Zahlen-+ Mengen- verarbeitung Weitere Defizite: AG, EF, visuell-räumlich	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang basisnumerischer Fähigkeiten • Entwicklungsverlauf • Zusammenhang mit domänenübergreifenden Fähigkeiten
Verhalten	Heterogenes Störungsbild	<ul style="list-style-type: none"> • Zusammenhang Symptome • Stabilität der Profile
Umwelt	HNE: Brettspiele Förderung: symptomorientiert	<ul style="list-style-type: none"> • Unterrichtseinflüsse • Förderung Komorbidität • Förderung domänenübergreifend

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT



ANSPRECHPARTNER:

PD Dr. Kristina Moll

Klinikum der Universität München

Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie,
Psychosomatik und Psychotherapie

Telefon: 089 / 4400-55923

E-Mail: Kristina.Moll@med.uni-muenchen.de

Internet: www.kjp.klinikum.uni-muenchen.de

