University of Zurich[UZH]

Psychiatrische Universitätsklinik Zürich

Neurobiologie der Lese- und Rechtschreibstörung (LRS)

Silvia Brem

November 2021, Tagung LRS, Landquart

Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie, Psychiatrische Universitätsklinik Zürich

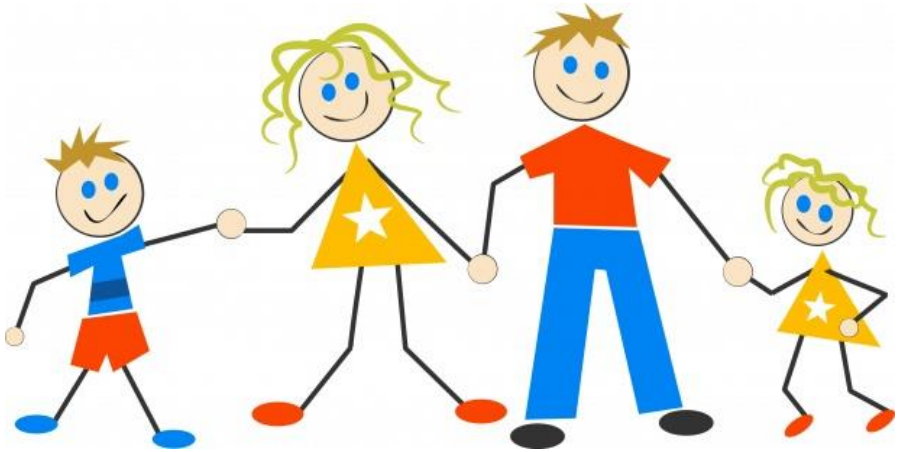
silvia.brem@kjpd.uzh.ch

http://www.kjpd.uzh.ch/de/multimod/neuroimaging.html

http://www.lexi.uzh.ch.html

Hohe Erblichkeit: Lese-und Rechtschreibstörung

- 5-10% der Kinder
- Knaben : Mädchen ca. 2-3 :1
- Vorkommen in allen sozialen Schichten
- Familiäre Häufung (Risiko ca. 30-65%)



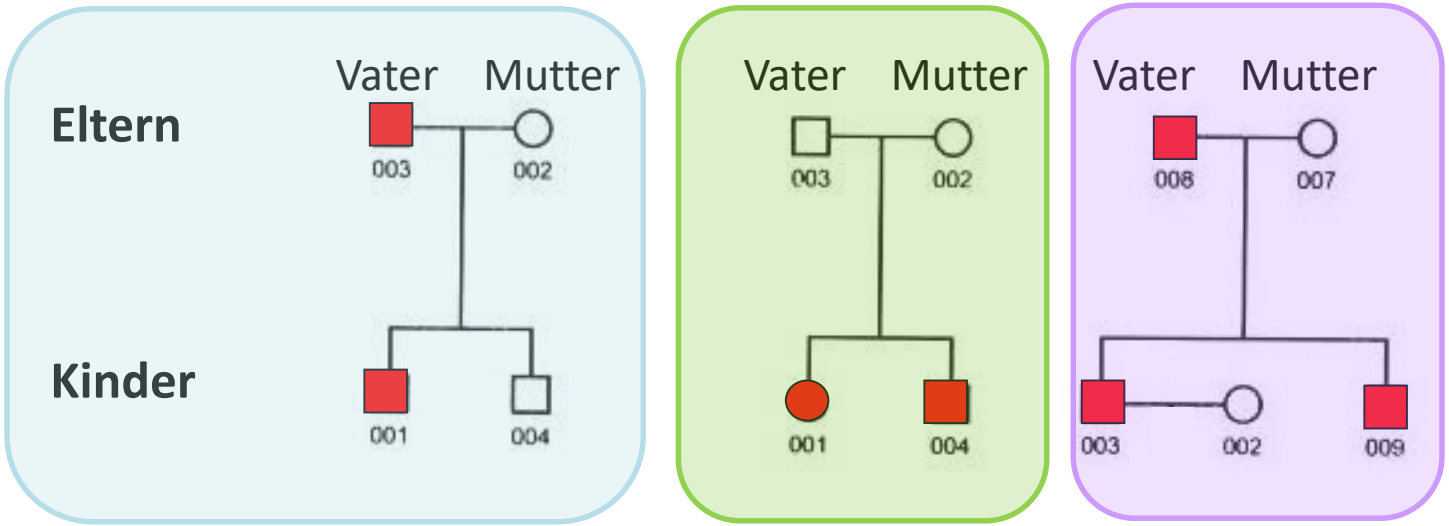


Abbildung: leicht geändert, KJPD Marburg

Weitere Problematik bei LRS/Dyslexie

- **Diagnose erfolgt i.d.R. relativ spät (ab 2. Klasse)**
- **Stark erhöhtes Risiko für psychologische Probleme**

  → betroffen: 40-60% der Kinder mit LRS vs. 5-18% ohne LRS (*Schulte-Körne et al. 2010, Daniel et al. 2006*)

- **Negative Schulerfahrungen**

  → soziale, emotionale Probleme, v.a. Angst, Depression, sozialer Rückzug, Suizidgedanken *(Mugniani et al 2009, Daniel et al 2006)*

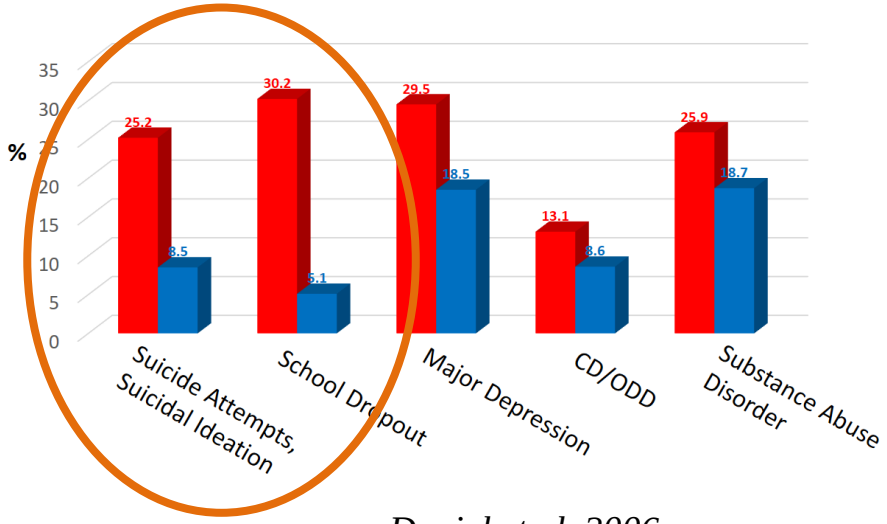
→ Nachteile in Schule, Karriere, Beruf

Betroffene sind oft mehrfach belastet

- 60% erfüllen die Kriterien für eine weitere Diagnose:

  → Aufmerksamkeitsdefizit-/ Hyperaktivitätsstörung (20-40%), Dyskalkulie (20-50%)

- Erhöhte Schulabbruchrate



Schwache Leser
Normale Leser

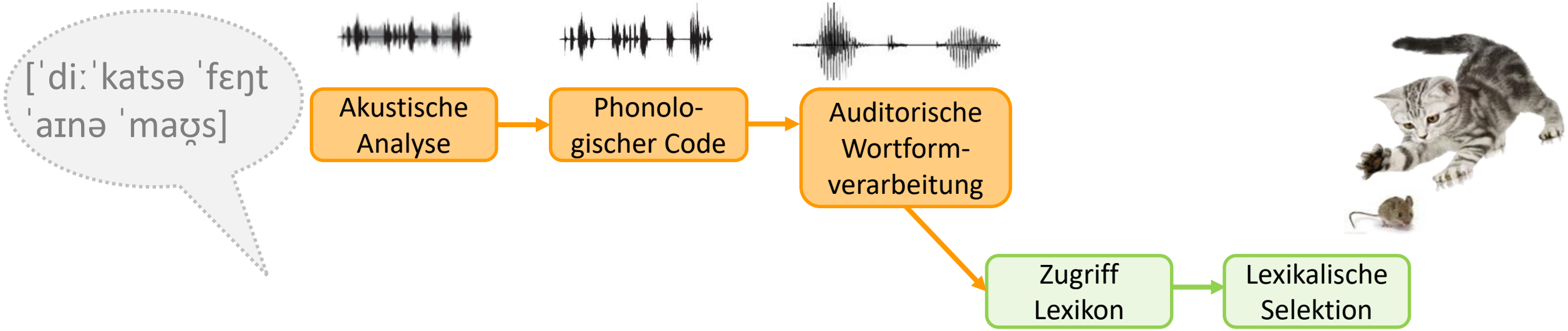
N= 188, Alter 15.4 Jahre

Daniel et al. 2006

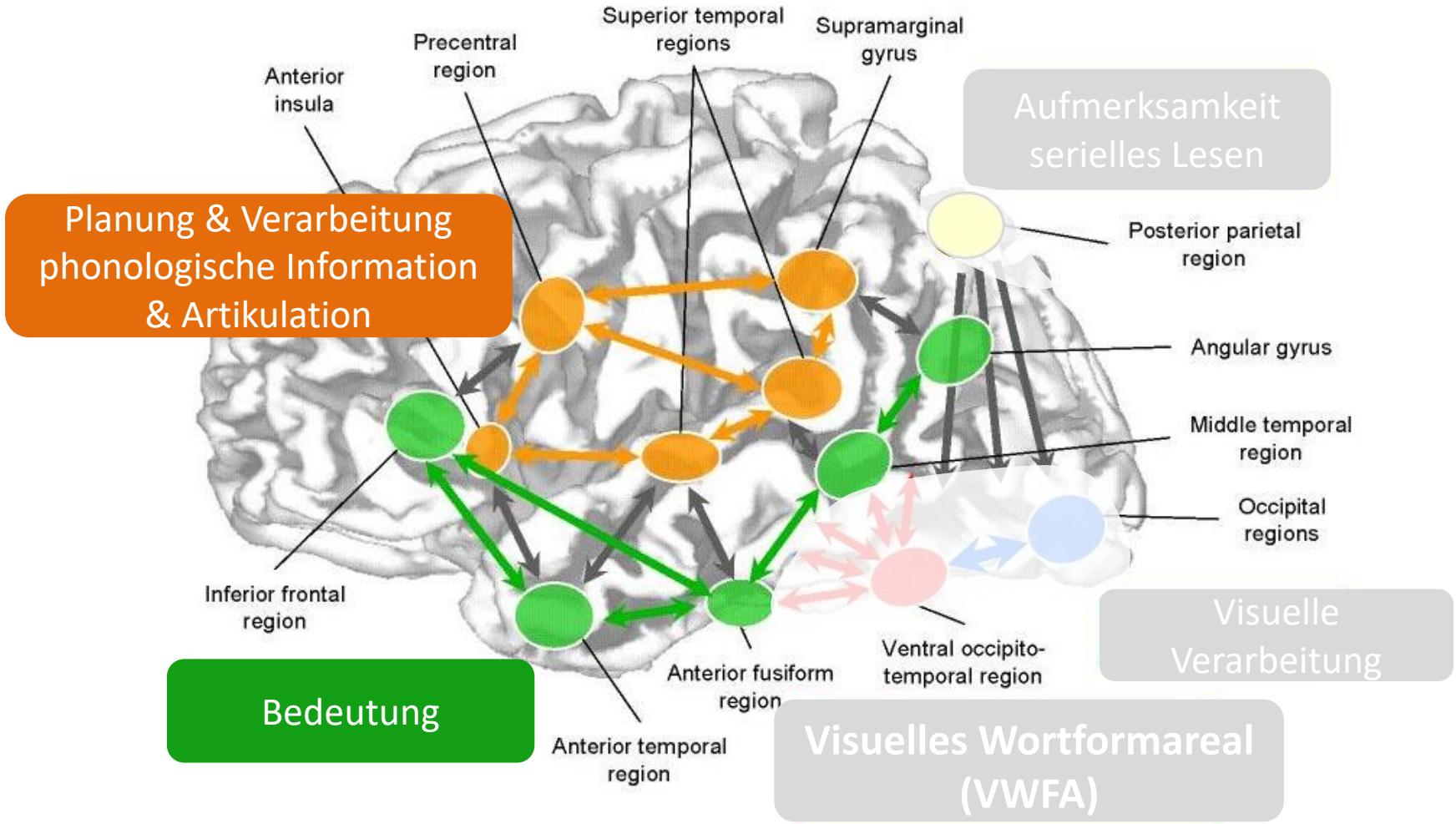
→ Kinder frühzeitig erkennen und unterstützen!

Willcut and Pennington et al. 2000, Mugnaini et al. 2009, Willcut et al. 2013, Goldston et al. 2007, Landerl & Moll 2010, Daniel et al. 2006

Sprachverarbeitung

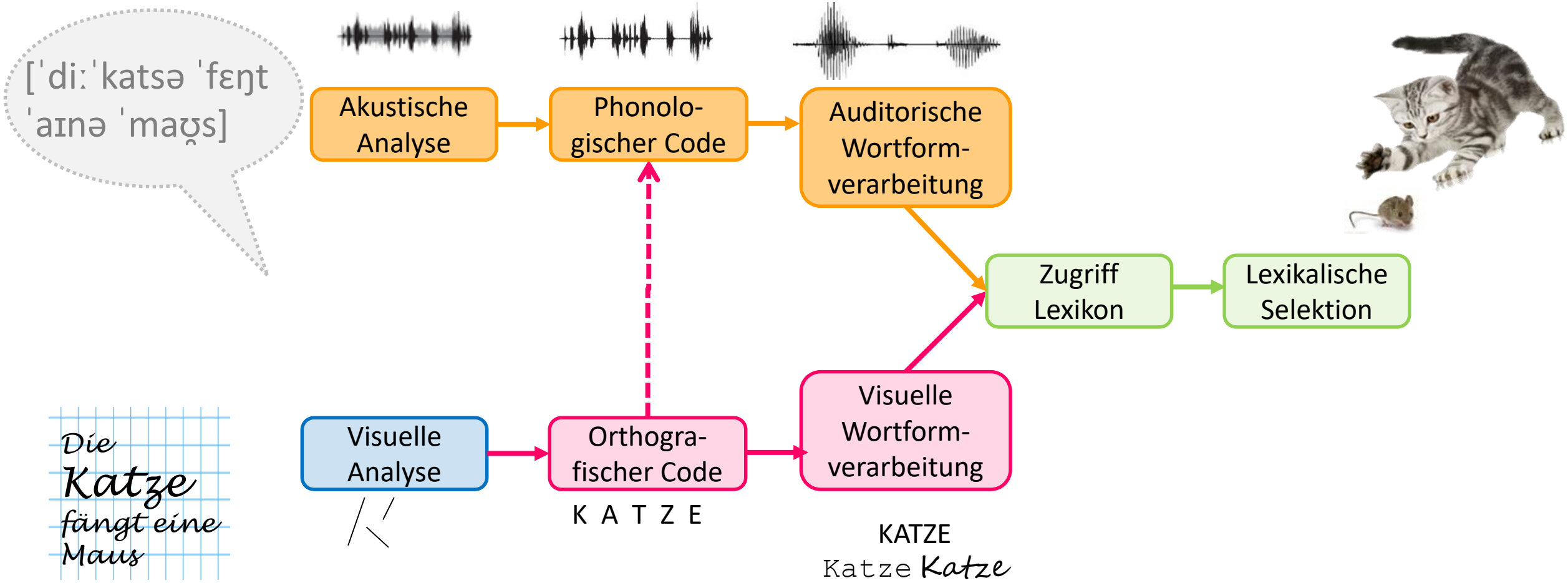


Sprachverarbeitung im Gehirn

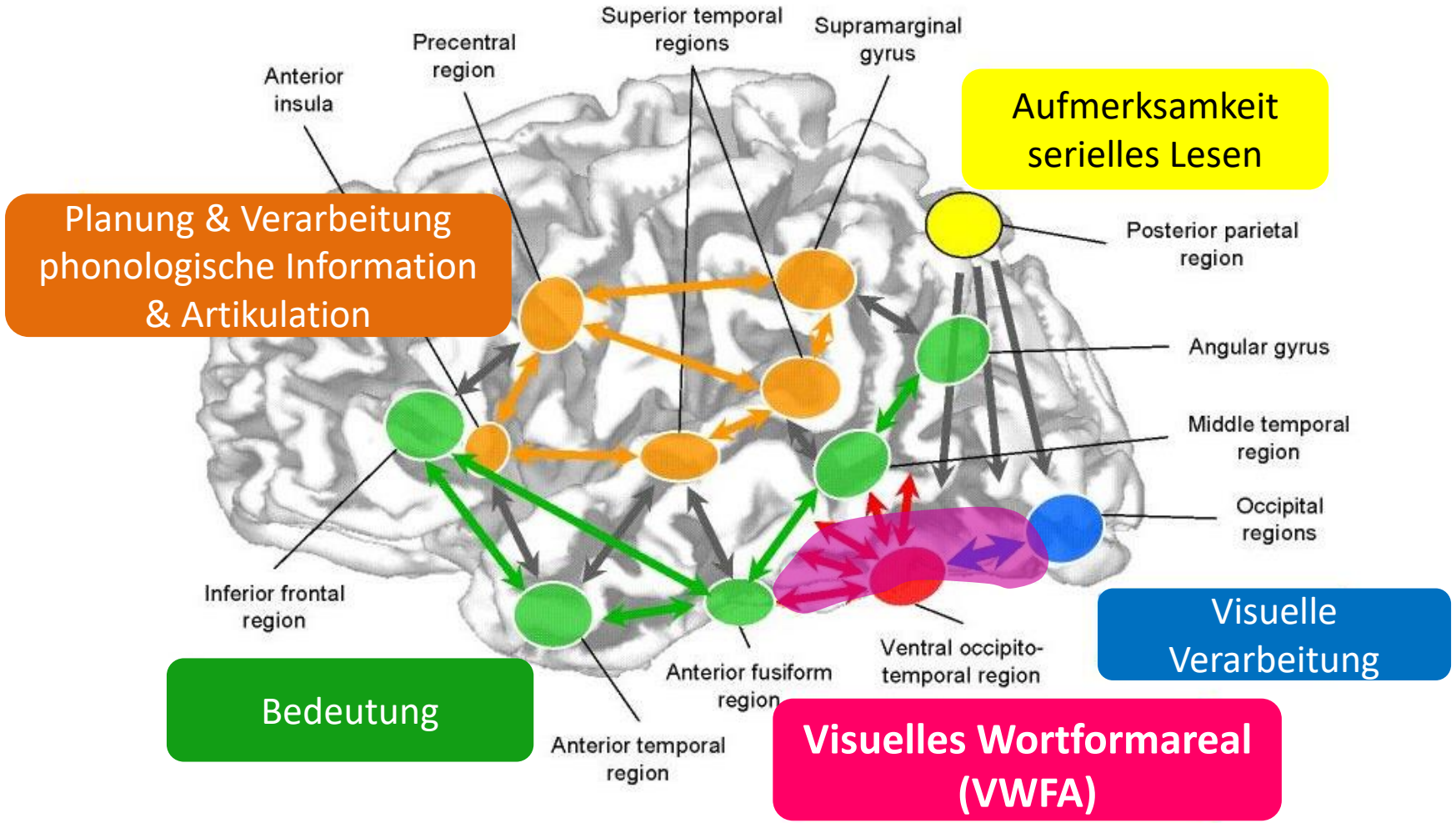


aus Dehaene: Reading in the Brain, Viking Verlag.

Sprache und Schrift

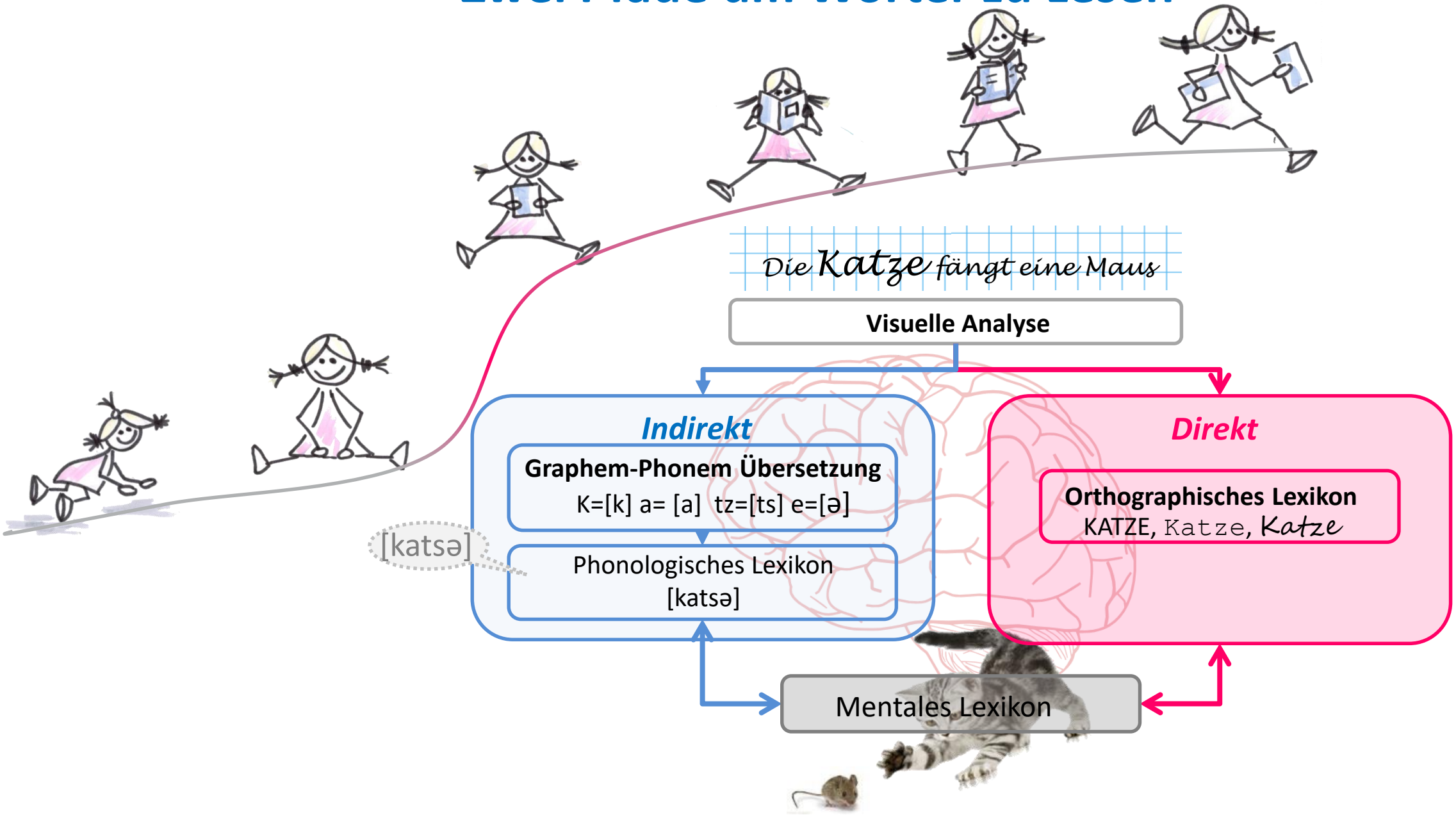


Netzwerk: Lesen und Sprachverarbeitung

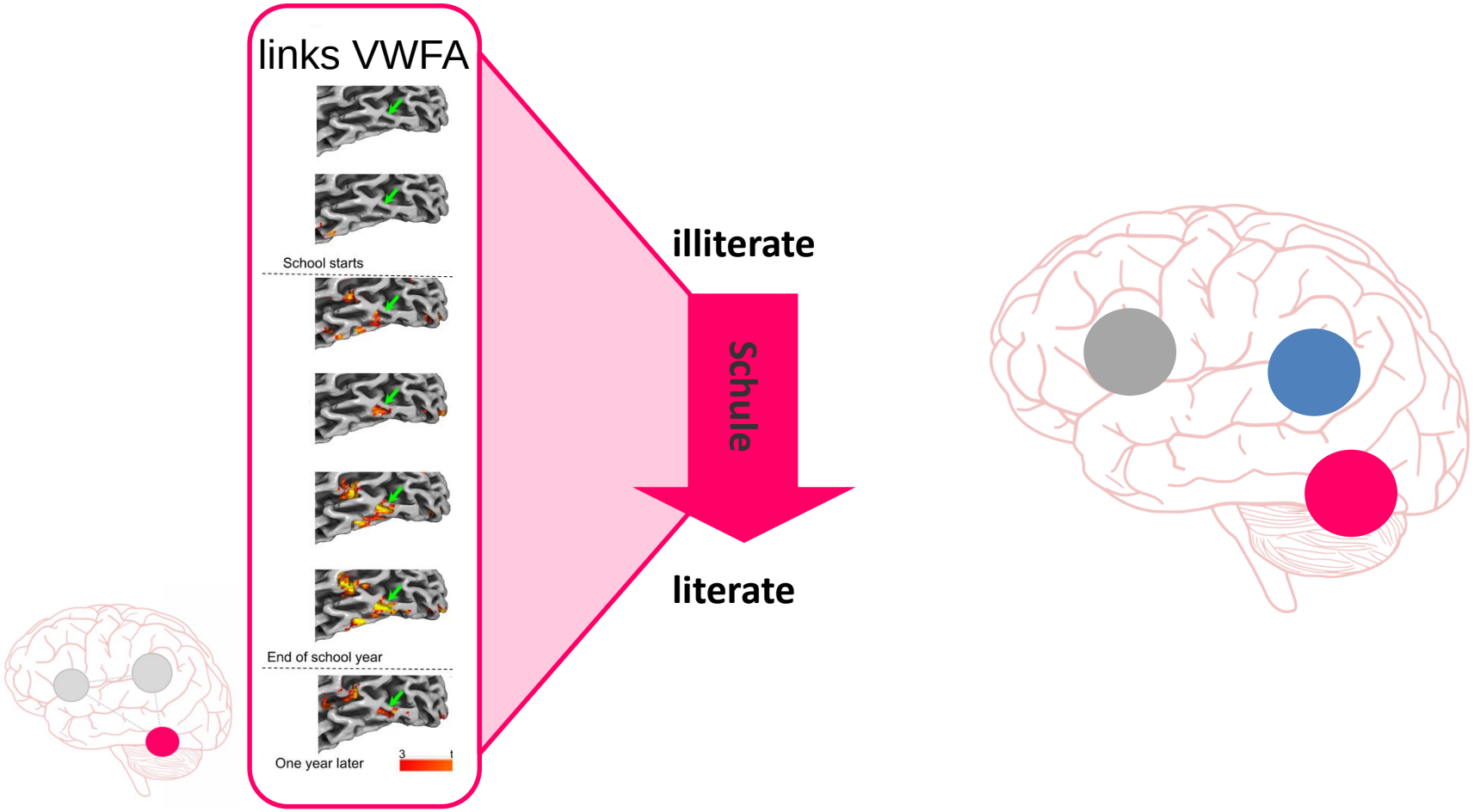


aus Dehaene: Reading in the Brain, Viking Verlag.

Zwei Pfade um Wörter zu Lesen

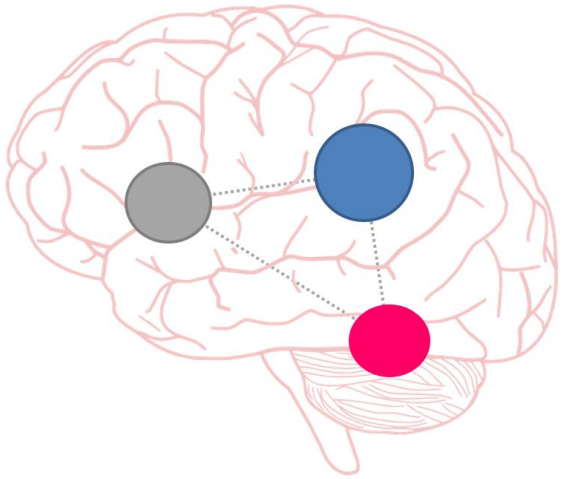


Schriftspezialisierung: linker okzipito-temporaler Kortex



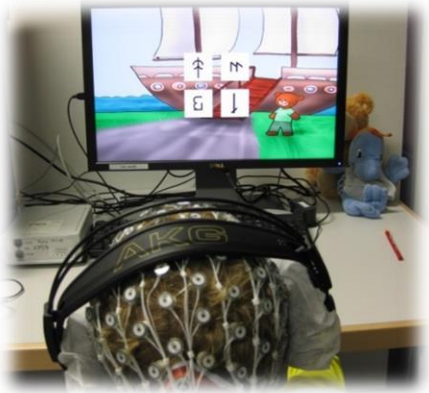
Dehaene et al. 2018, PLOS One

Fantasiebuchstaben – Sprachlaut Training im Kindergarten



Verarbeitung
im Hirn

[r]	[f]	[l]	[p͡f]	[œ]	[s]

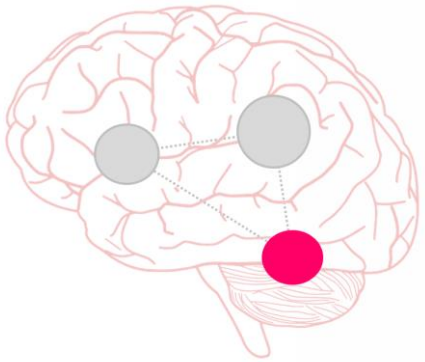


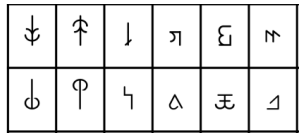
[n]	[g]	[ʊ]	[k]	[æ]	[ʃ]

Karipidis, Pleisch et al. Human Brain Mapping, 2017 & Scientific Reports 2018

Verarbeitung der Fantasiebuchstaben im Gehirn

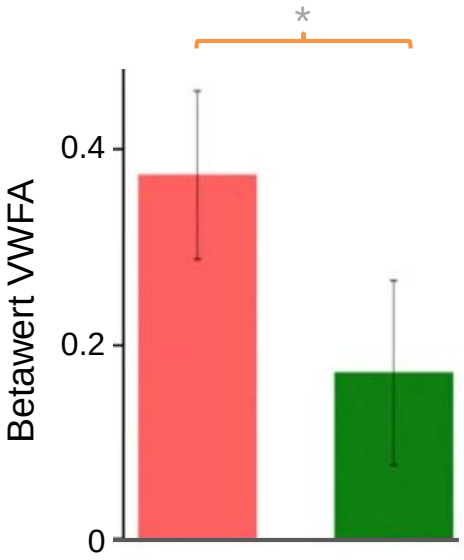
Visuelle Verarbeitung im Kindergarten

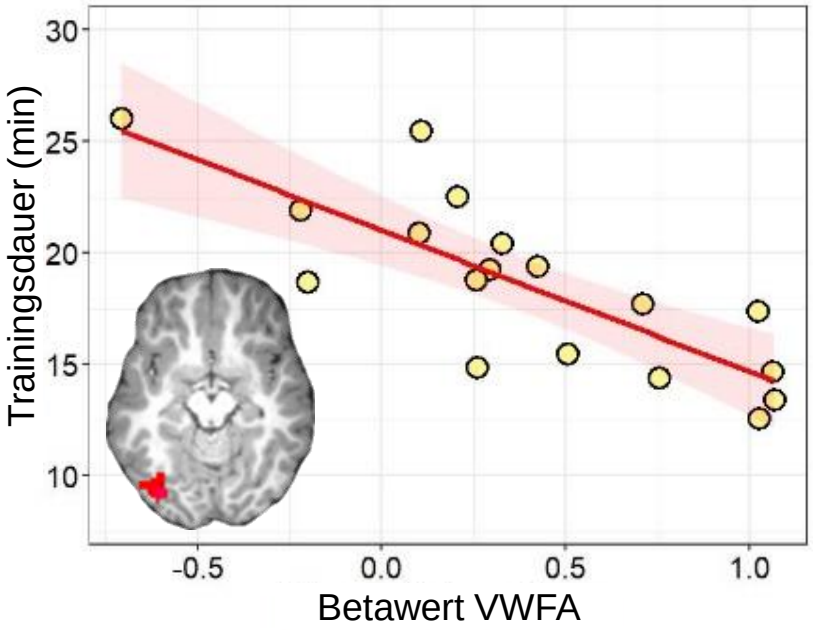




Nicht trainiert

Trainiert



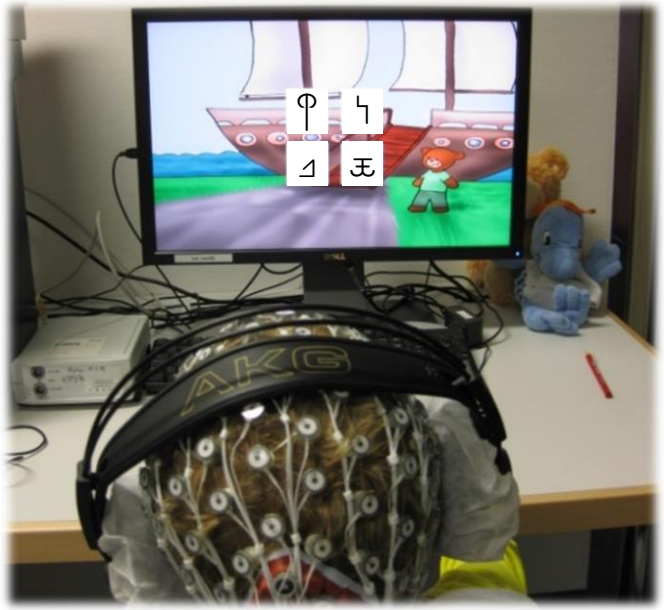


Trainingseffekt: ERP-N1: $F(1,87) = 9.30$, $p = 0.0030$; fMRT-VWFA: $F(1,52) = 4.44$, $p = 0.0399$

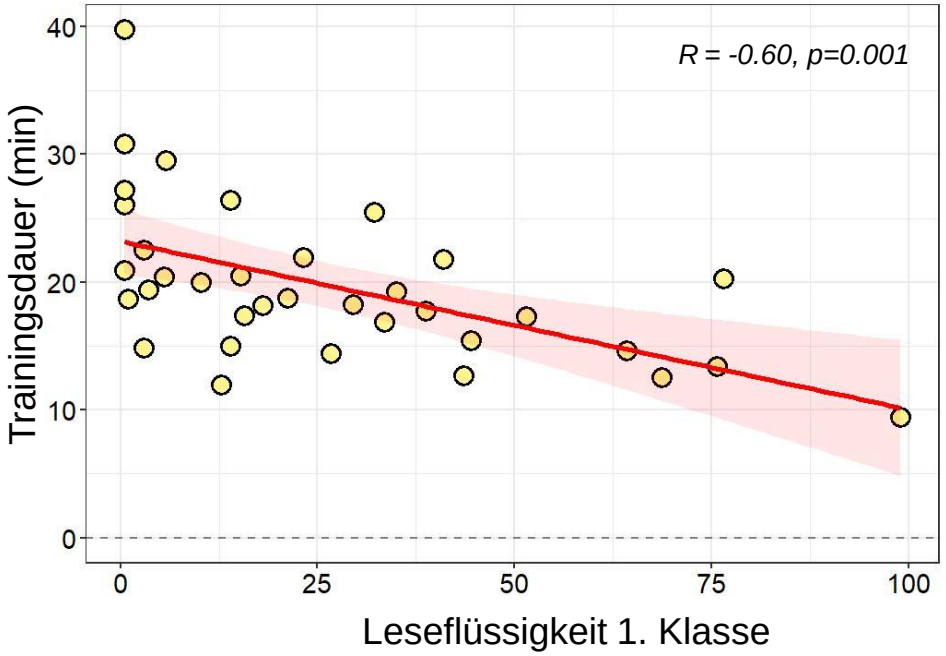
Pleisch et al. NeuroImage 2019

Buchstabentraining und Leseleistung

Training im Kindergarten

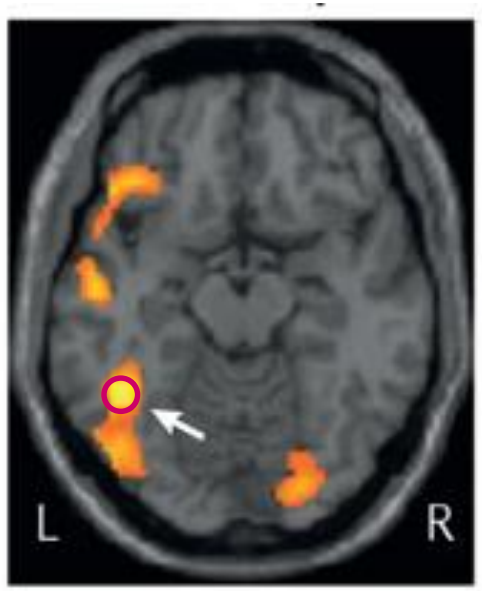


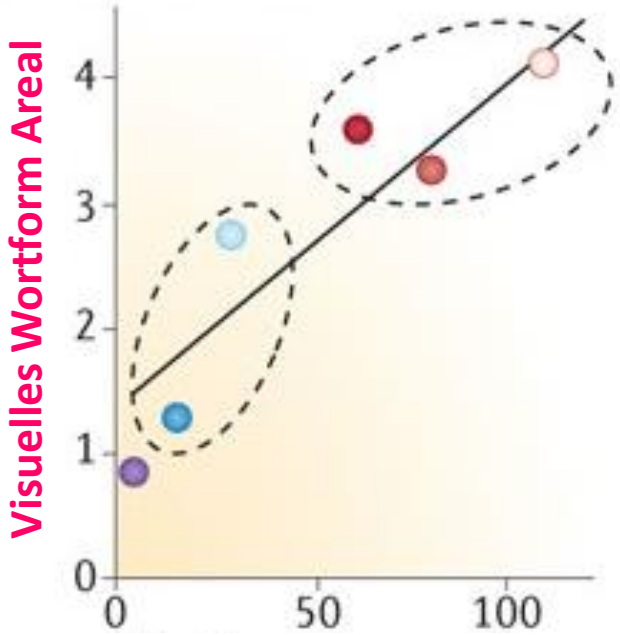
→ Leseleistung 1. Klasse



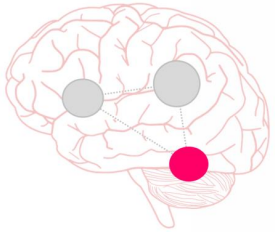
Karipidis et al. Scientific Reports 2018

Je besser wir lesen, desto stärker aktiv ist das VWFA



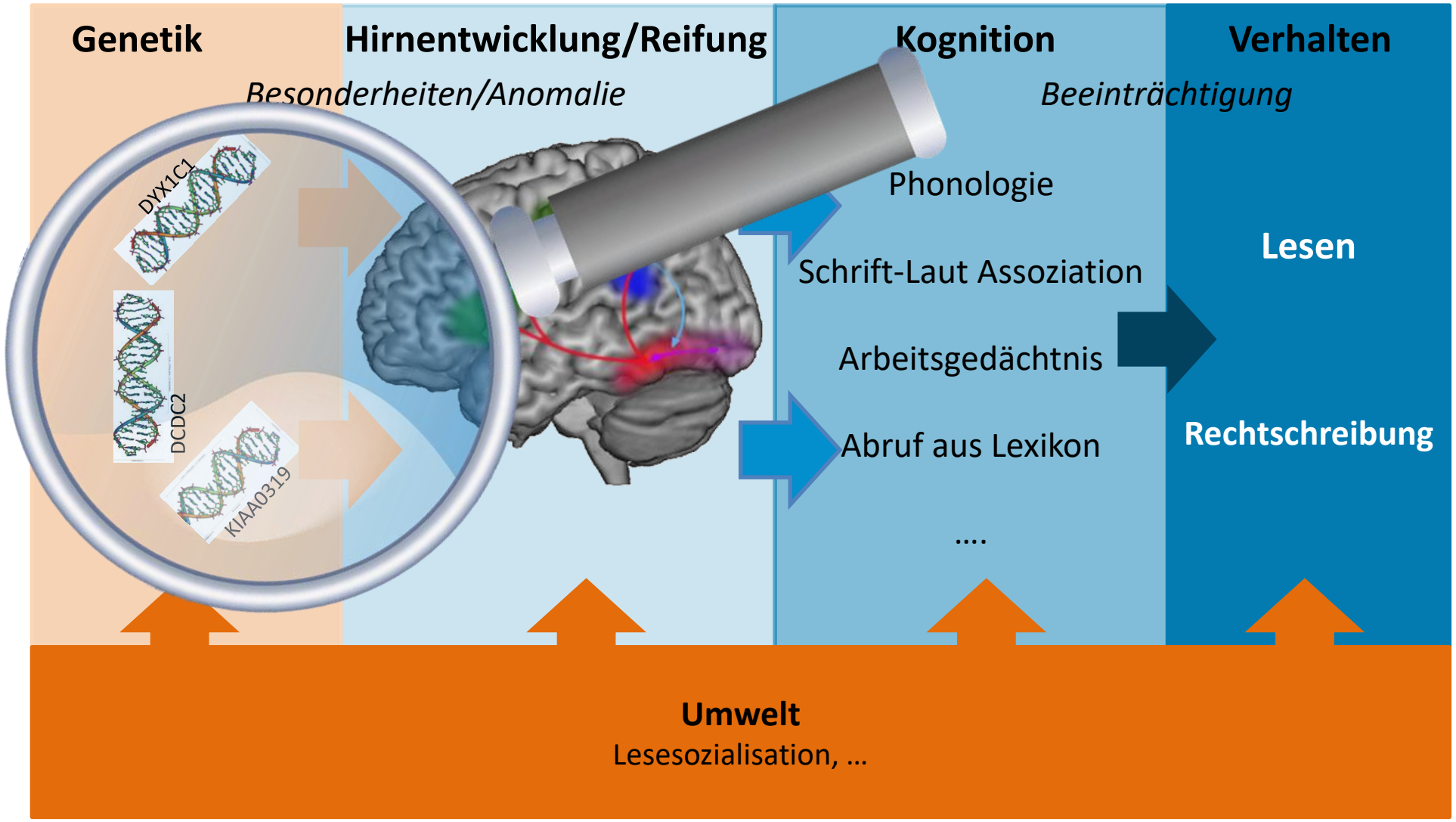


Wörter pro Minute



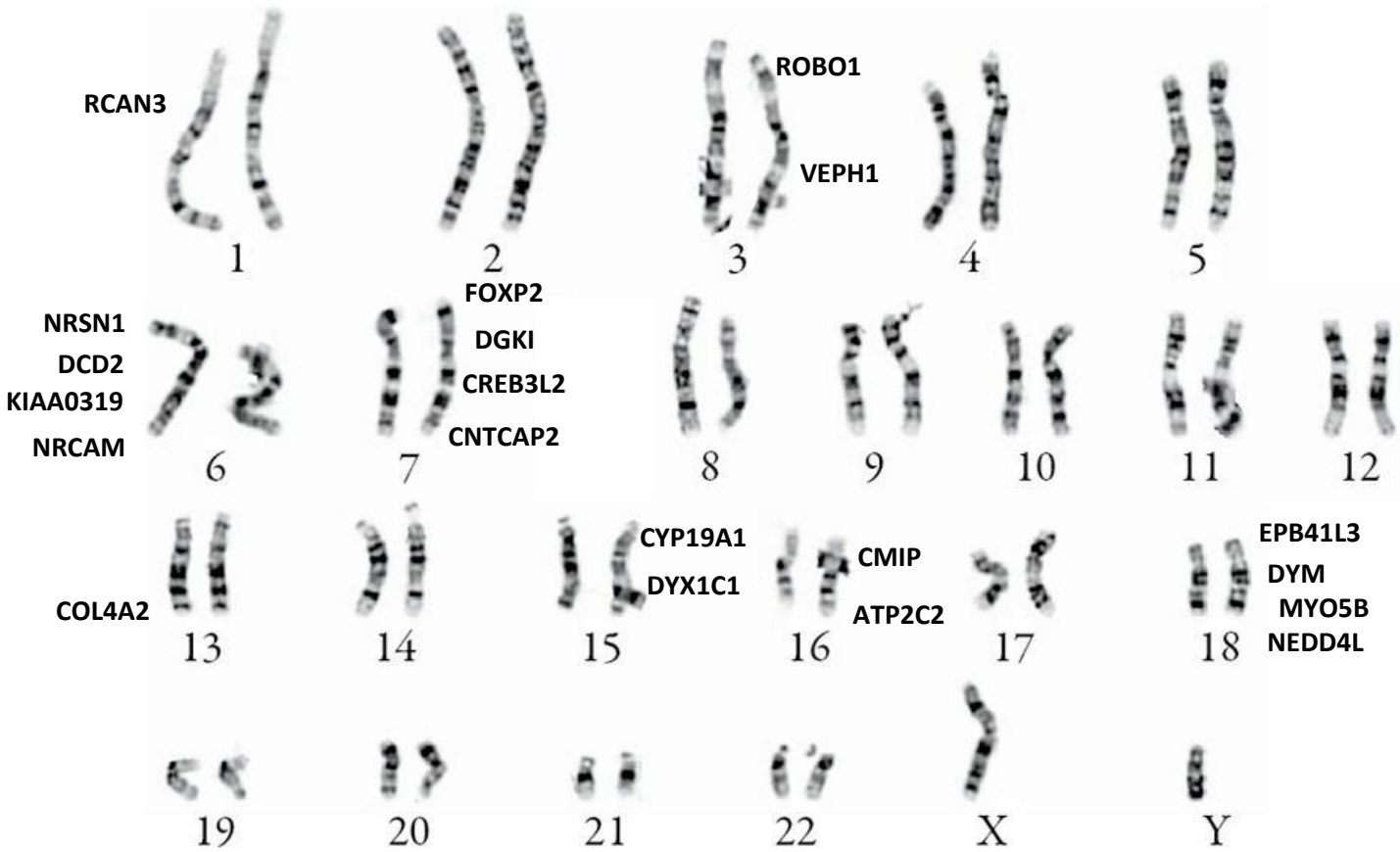
Dehaene et al. 2015, Nature Reviews Neuroscience

Den Ursachen auf der Spur



Bilder/Fotos Pixabay.com

Verschiedene Gene – polygene Risikofaktoren

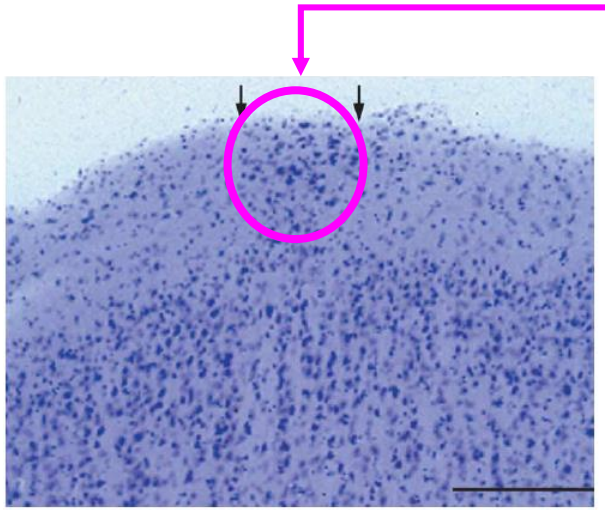


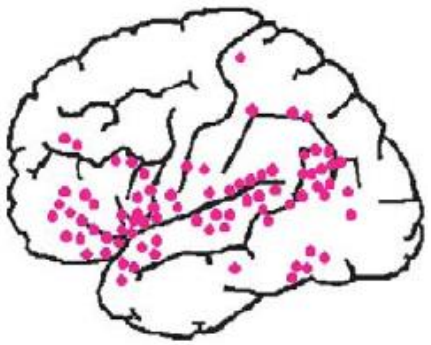
Einzelne Gene erklären weniger als 1% der Varianz

Der Einfluss der Gene

- Verschiedene Gene involviert
  - Bisher identifizierte Kandidatengene wichtig während der neuronalen Migration (**Hirnentwicklung**)
  - «Ektopien» in Spracharealen
  - Wenn bestimmte Kandidatengene in der Ratte «ausgeschaltet werden»
    → beeinträchtigte Lautdiskrimination im auditorischen Kortex

«Fehlwanderung» von Nervenzellen»





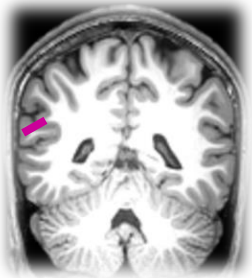
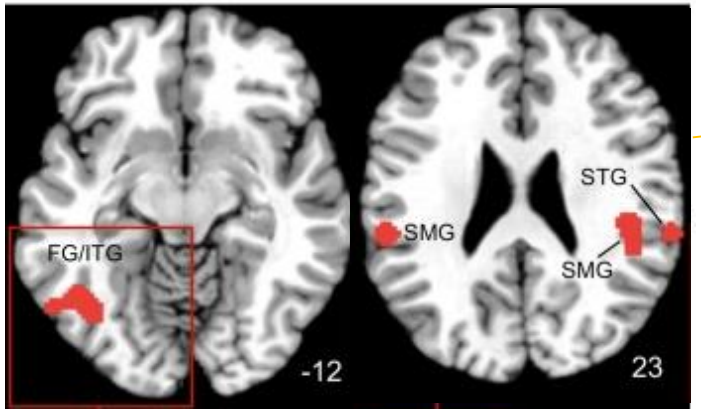


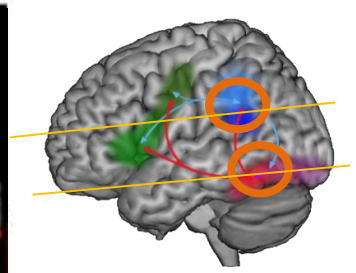
Bild oben: Ilustrations from Ramus et al. TRENDS in Neuroscience 2004, data from Glenn D. Rosen; Centanni et al. 2014 & 2016
Tabelle Kandiatengene aus: Schulte-Körne et al. 2012

Besonderheiten in der Hirnmikrostruktur bei LRS

Computer

«**Graue Substanz**» (Zellkörper & -kontakte)

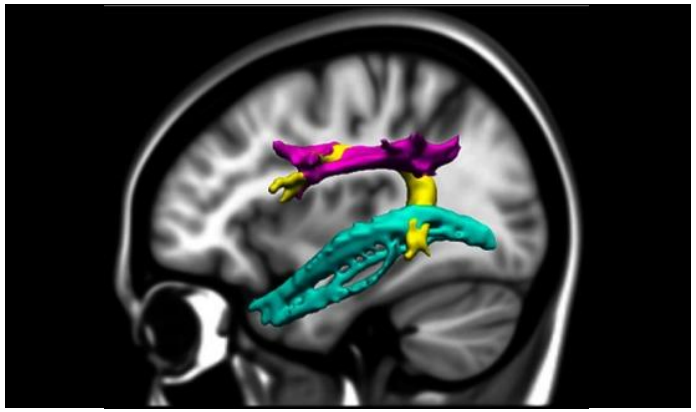




(Linkersdörfer et al. 2012)

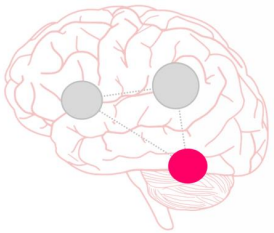
Glasfaserkabel

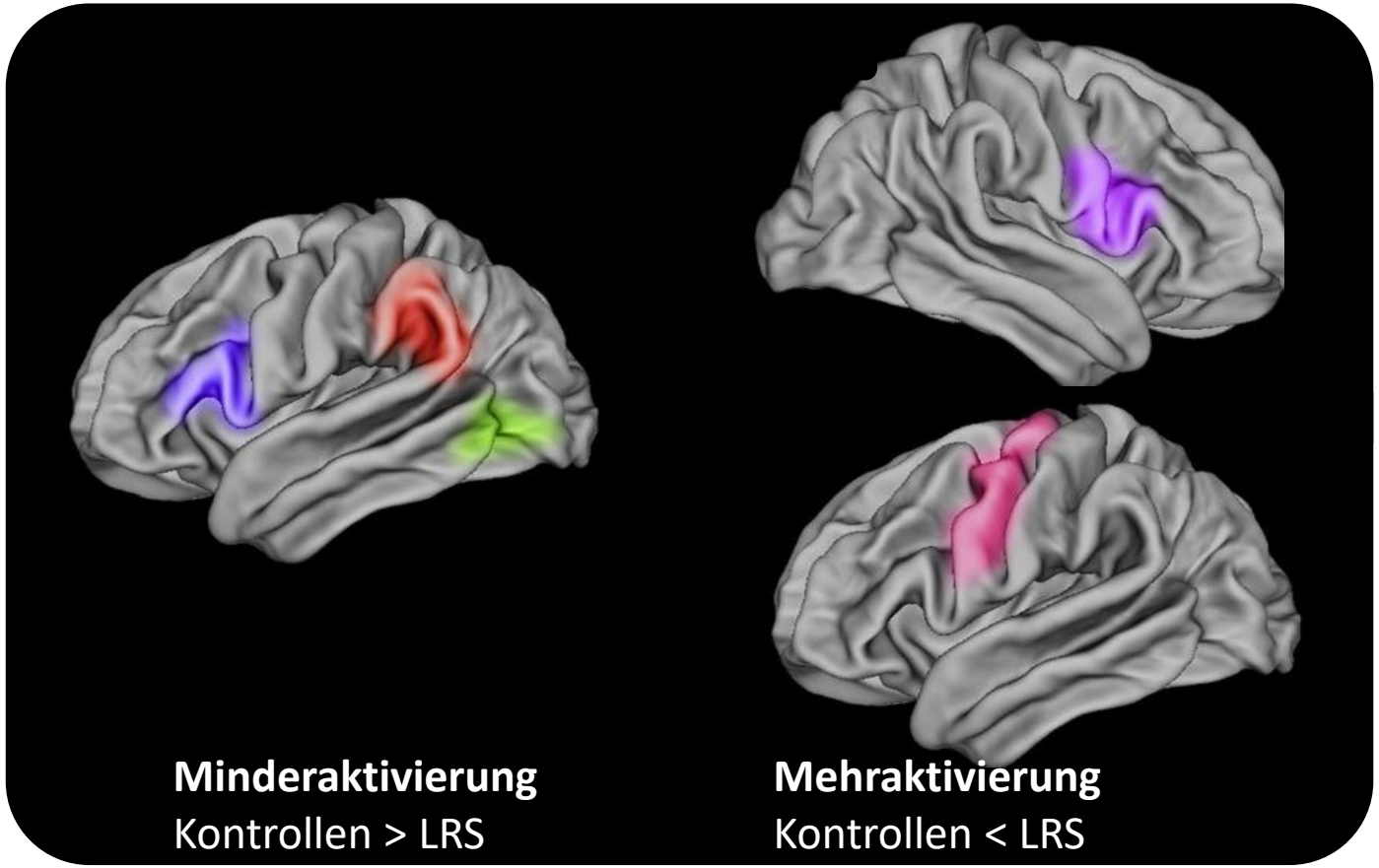
«**Weisse Substanz**» Faserbündel



(Saygin et al. 2013;
Vandermosten et al. 2012)

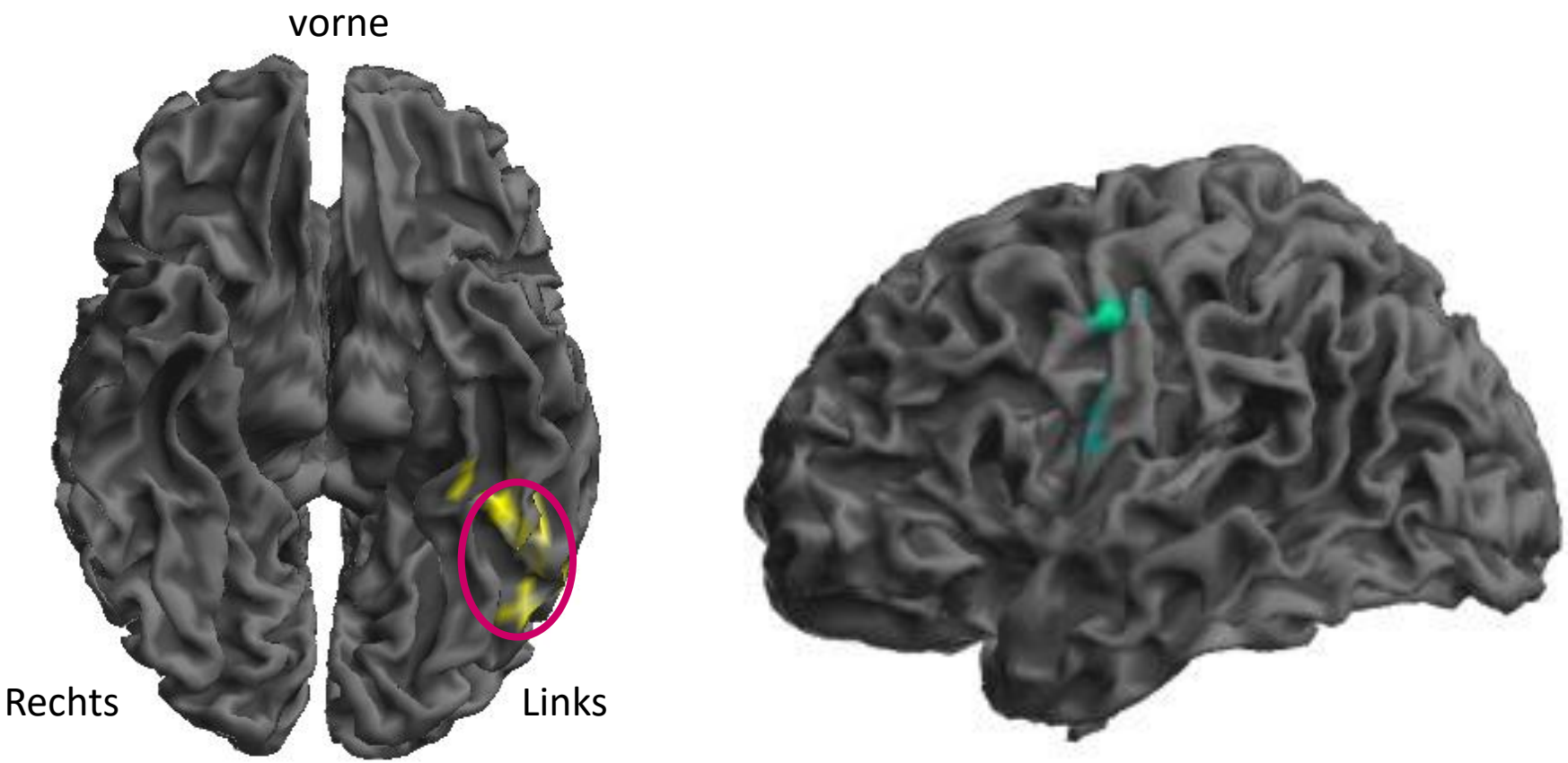
Betroffene Hirnnetzwerke



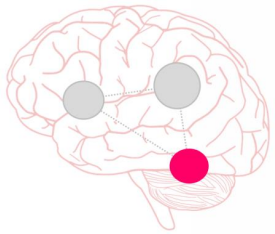


Ozernov-Palchik et al. 2016

Besonderheiten in der Hirnfunktion



Korrelation mit Leseflüssigkeit (N=140)
positiv/**negativ**

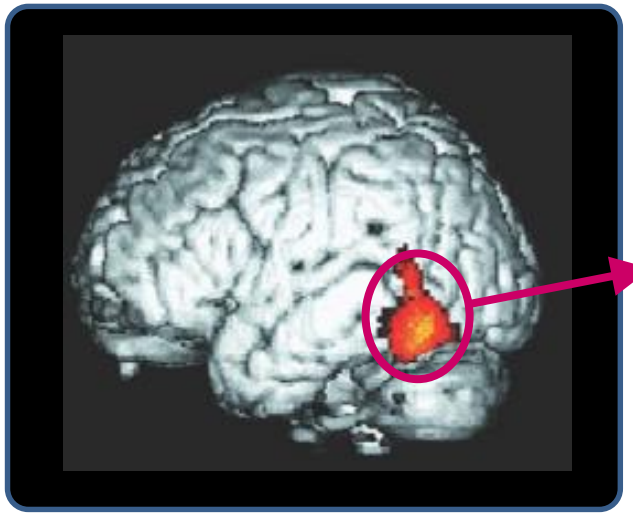


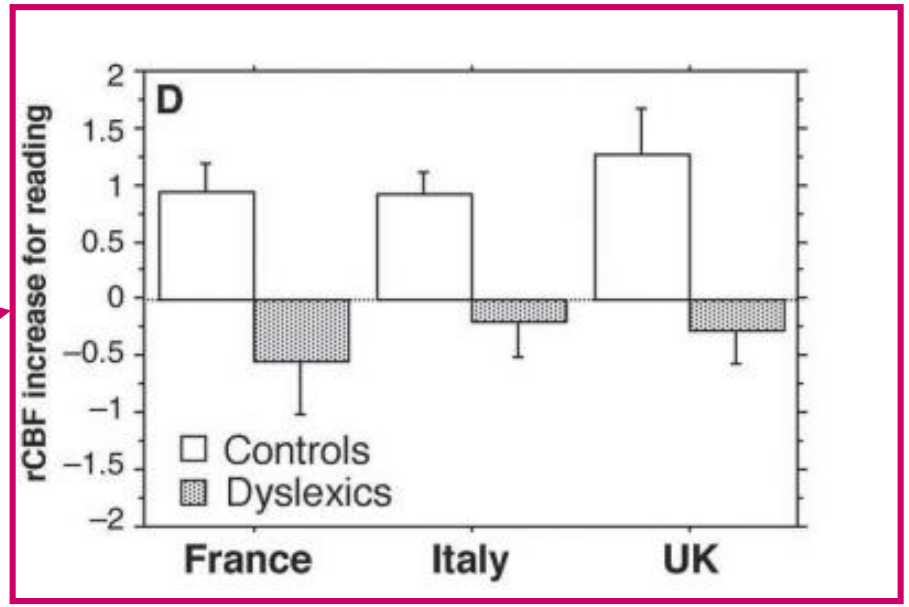
Brem & Maurer et al 2020, Scientific Reports

Sprach- und schriftübergreifende Unterschiede

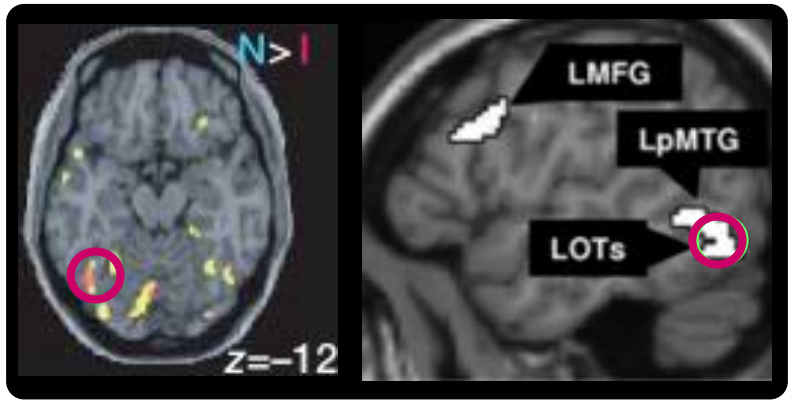
Normale Leser > LRS

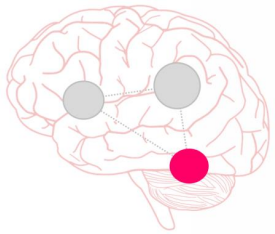
Sprachen





Schriftsysteme (Chinesisch)





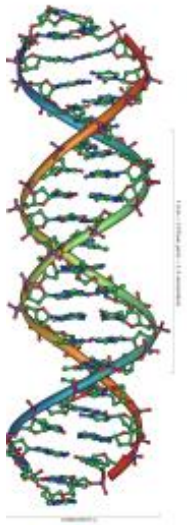
Siok et al. 2004, Nature ; Hu et al. 2010, Brain

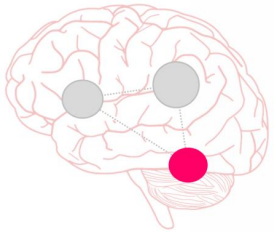
Paulesu et al. 2001, Science

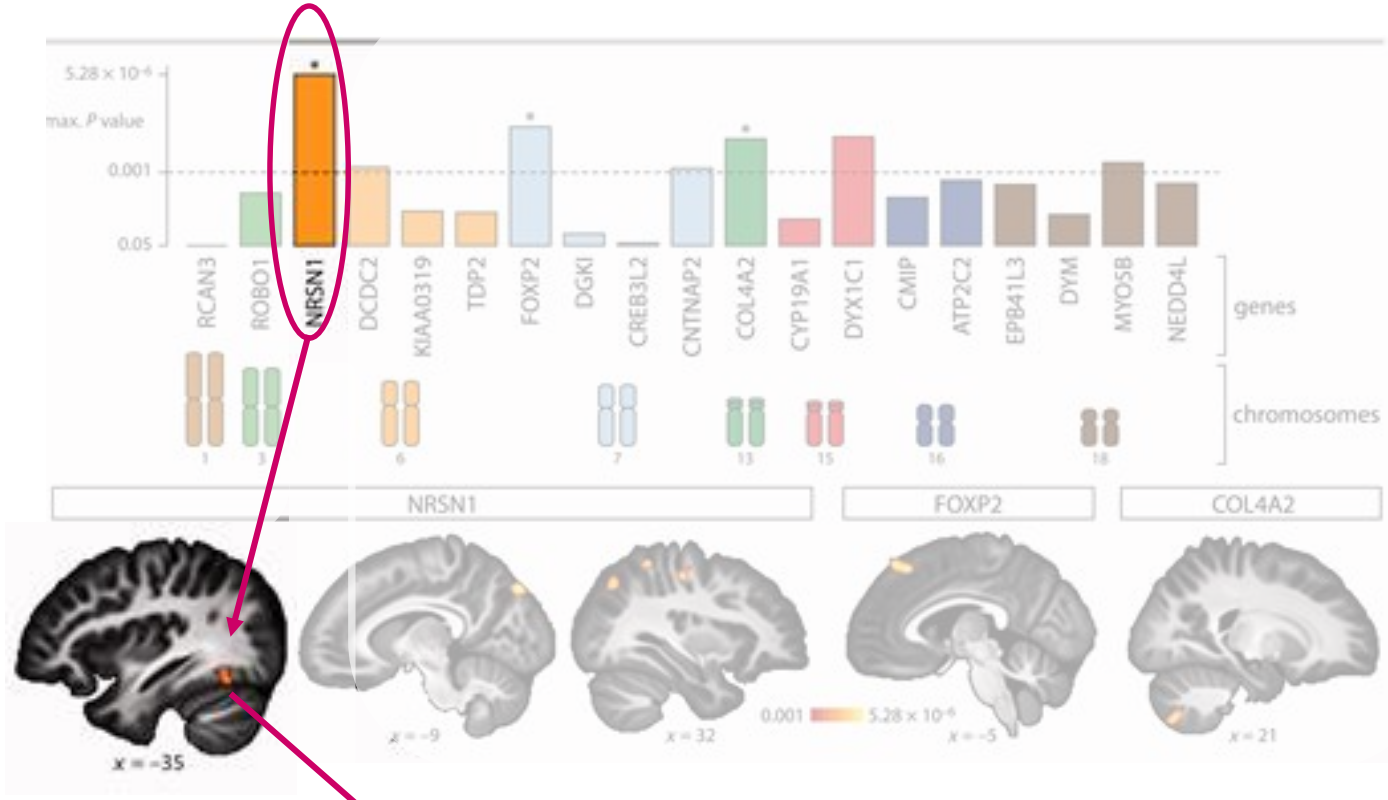
Genetik und Ausbildung des visuellen Wortformareals (VWFA)

GENE

GEHIRN







Vorhersage im Kindergartenalter

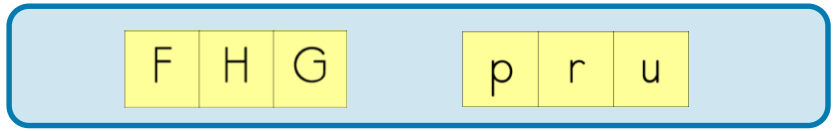
- *Die Variabilität der Hirnrinde welche durch das Gen "NRSN1"* erklärt werden kann erlaubt eine Vorhersage im Kindergarten, ob ein Kind später eine LRS entwickelt (**75%**)

Skeide et al. 2016

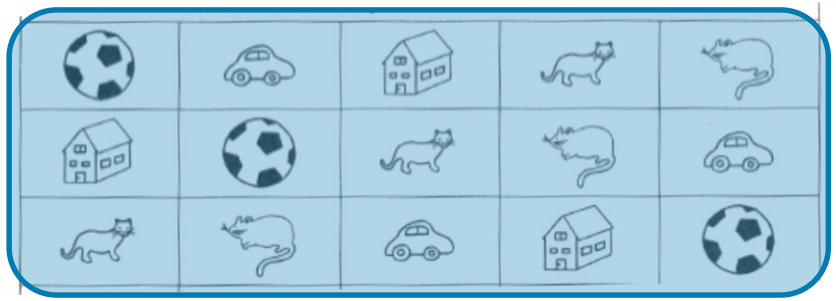
Hinweise für LRS im Vorschulalter

- Phonologische Bewusstheit
  - Bsp. Reimen

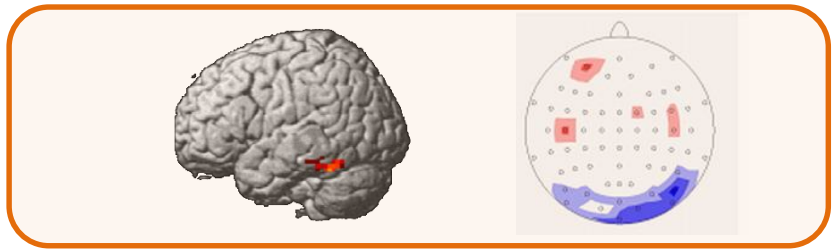
- Buchstabenkenntnisse



- Benenngeschwindigkeit
  - Bsp. Objekte, Farben, …



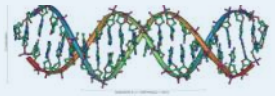
- **Hirnfunktion und –struktur**
  - Bsp. Verarbeitung gesprochener Sprache, Töne oder Schrift (MRT, EEG)



Bach & Brem et al. 2013, Brem et al., 2013, Thompson et al. 2015, Maurer et al., 2009, Raschle et al. 2010 & 2012, Specht et al. 2009, Bradley et al. 1983, Schneider et al. 1997, Wagner et al. 1987,Pennington et al. 2001, Puolakanaho et al. 2007, Blachmann et al. 1984, Lervag et al. 2009

Trennung von Gen und Umwelteinflüssen ?

Eltern



Sprach-/Schrift-Wahrnehmung

K A T Z E

Phonologie Wortform

Maus-Haus

Sprache
Lesen
Schreiben
LRS

Sprachumgebung, Lesesozialisation

Kommunikation Eltern-Kind

<u>Passive Faktoren</u>
Gen-Umwelt Korrelation

Unterschiedliche Kommunikations-fertigkeiten der Eltern

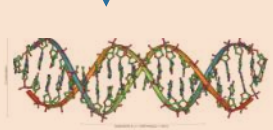
<u>Auslösende Faktoren</u>
Gen-Umwelt Korrelation

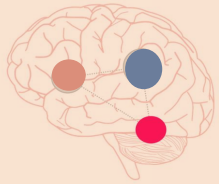
Sprachliche Fertigkeiten Kind → Kommunika-tionsverhalten mit Kind

<u>Aktive Faktoren</u>
Gen-Umwelt Korrelation

- Vermeidung Lesen/Schreiben
- Beeinflussung/Wahl der Umwelt

Kind





Sprach-/Schrift-Wahrnehmung

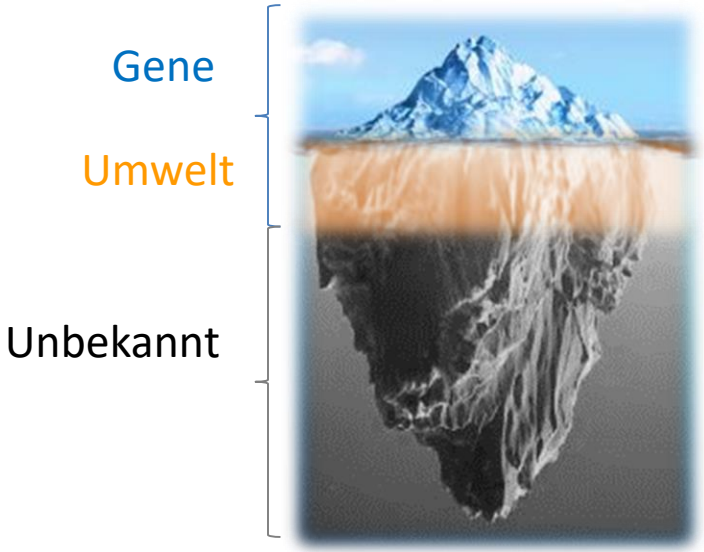
K A T Z E

Phonologie Wortform

Maus-Haus

Sprache
Lesen
Schreiben
LRS

Gen- und Umwelteinflüsse



Hart et al. 2021, *npj Science of Learning*

Take Home Messages (LRS & Gehirn)

- Ein Kind mit LRS in jedem Klassenzimmer!
- LRS ist häufig und beeinträchtigt die schulische und psychische Entwicklung.
- Die Ursachen einer LRS sind nicht vollständig geklärt. Wahrscheinlich sind multifaktorielle Ursachen und eine Interaktion von genetischen Faktoren, Umwelteinflüssen und Besonderheiten in der Hirnentwicklung.
- Besonderheiten in der Hirnfunktion und Hirnstruktur findet man in verschiedenen Regionen innerhalb (und ausserhalb) des Sprach- und Lesenetzwerkes im Gehirn. Die Besonderheiten im VWFA sind besonders konsistent über Sprachen und Schriftsysteme.
- Auch Vorschulkinder zeigen Unterschiede in bestimmten Vorläuferfertigkeiten und neuronalen Netzwerken → **schlechtere Voraussetzungen → Screenings!**

Vielen Dank!

Nächste Tagung

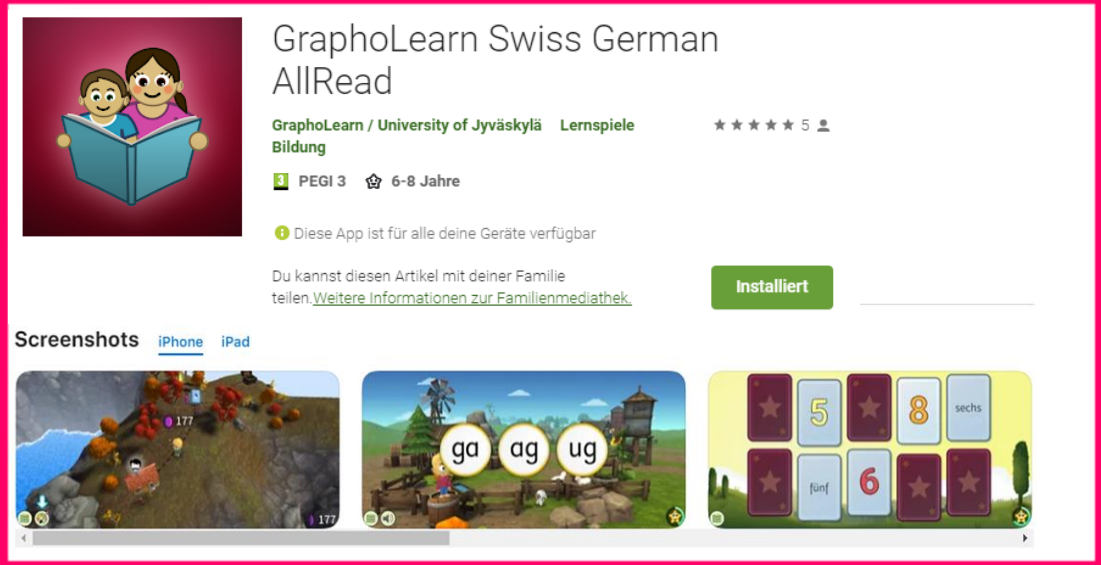
Verband Dyslexie Schweiz 2022
12.11.2022

Verband Dyslexie Schweiz

Anmeldung & Information:
https://www.verband-dyslexie.ch

GraphoLearn

Unsere wissenschaftlich evaluierte App zum Lesenlernen für Kinder der 1.-3. Klasse, kostenlos erhältlich: Apple & Google Play Stores CH



Information und Download
https://www.lexi.uzh.ch/de/projekt-2/GraphoLearn.html