



# Macht Bewegung schlau? –

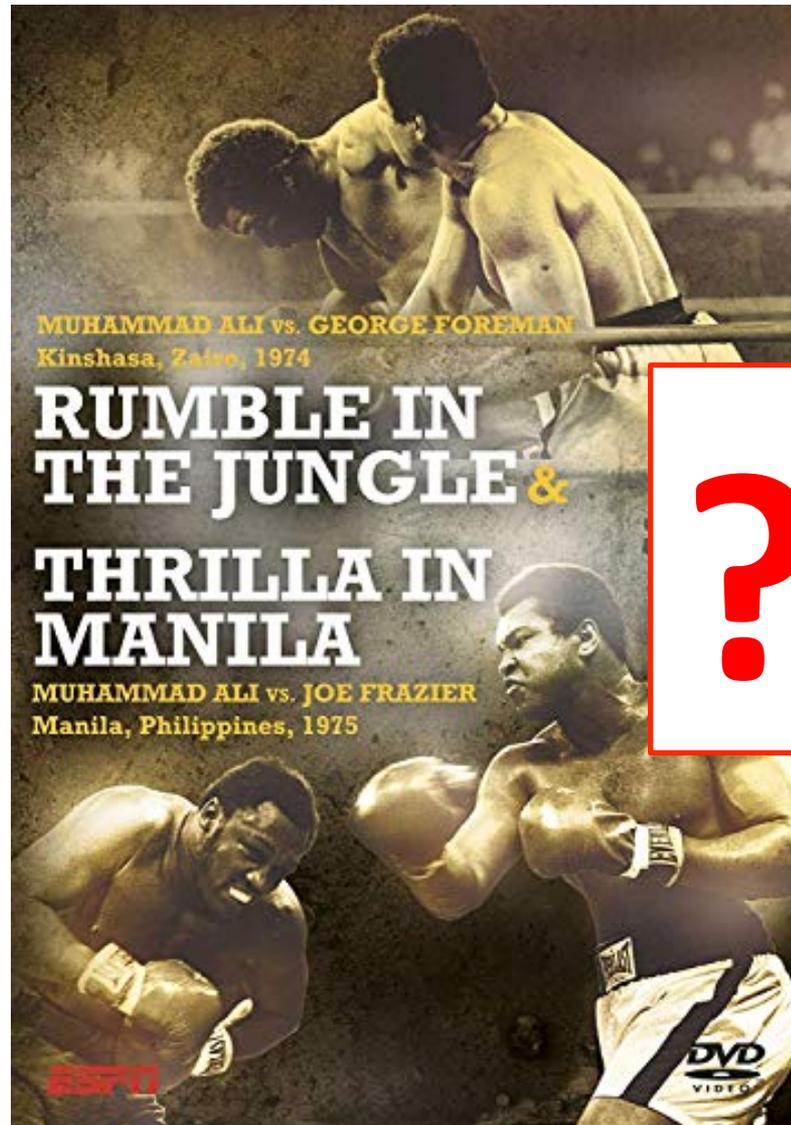
Zum Zusammenhang von Motorik und Kognition

Vortrag zur 16. Bildungskonferenz in Düsseldorf, 10.02.2020

**Prof. Dr. Theodor Stemper**

Bergische Universität Wuppertal, Sportwissenschaft





## Macht Bewegung denn (wirklich) schlau?

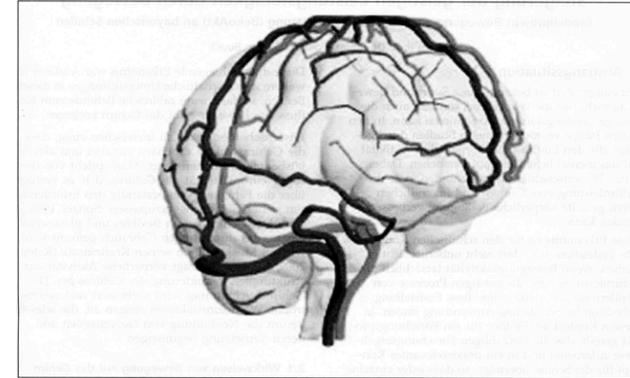
- Sind **Spitzensportler** dann die **Schlauesten** im Lande?
- Vielleicht die Fußball-**Nationalmannschaft**?
- Oder die **Olympiasieger**?
- Oder die **Weltmeister**?
  
- Und sollte man dann den **Schulunterricht** nicht besser durch den **Sportunterricht** ersetzen?





# Was heißt eigentlich „schlau“?

## Kognitive Fähigkeiten



U.a. **Wahrnehmungs-** und **Aufmerksamkeitsprozesse**,  
unterschiedliche Facetten des **Denkens**,  
**Gedächtnis-** und **Entscheidungsprozesse**,  
**Intelligenz**, mentale Vorstellungen und **Sprache**.

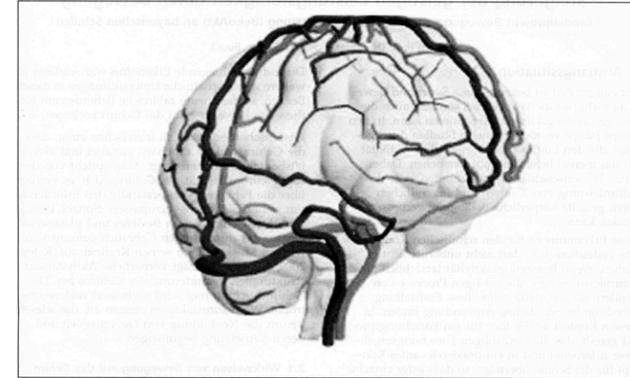
Definiert von [Petra Jansen](#)

[https://de.in-mind.org/glossary/letter\\_k#Kognitive\\_Fhigkeiten](https://de.in-mind.org/glossary/letter_k#Kognitive_Fhigkeiten)



# Was heißt eigentlich „schlau“?

## Kognitive Kontrolle



Mit kognitiver Kontrolle sind verschiedene **Fähigkeiten** gemeint, **die selbständiges, flexibles und zielorientiertes Verhalten unterstützen.**

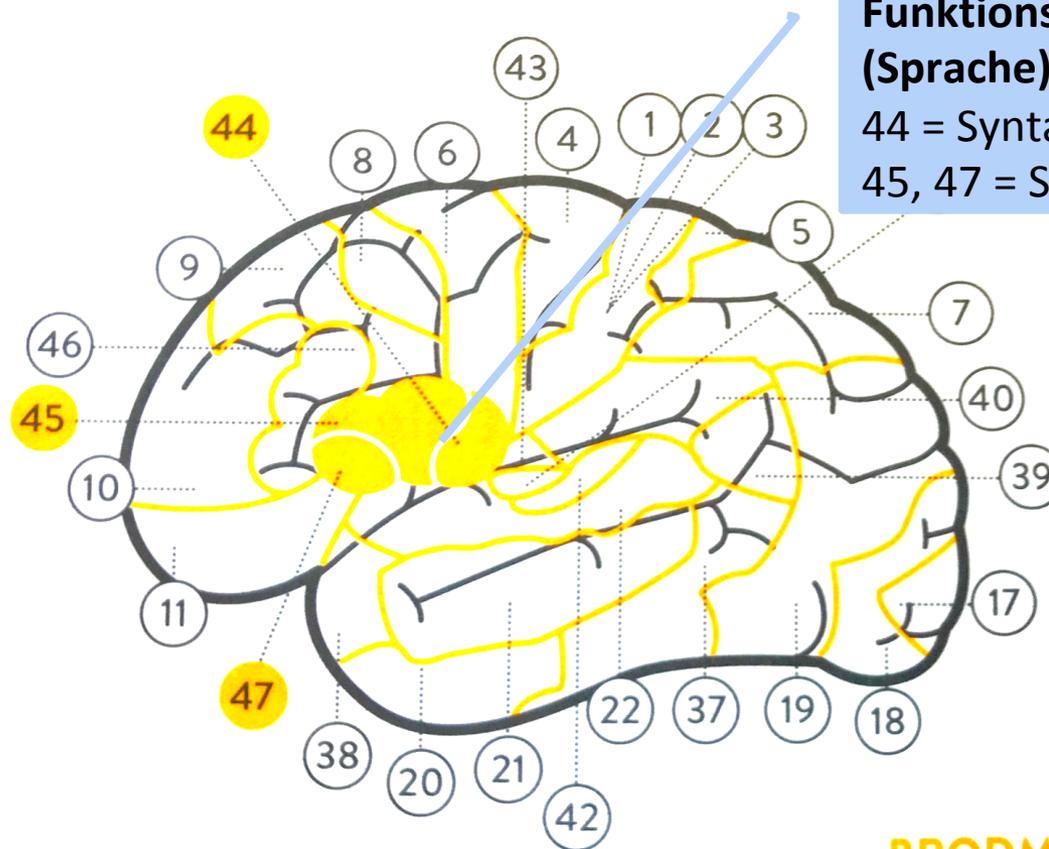
**Beispiele** solcher Fähigkeiten im täglichen Leben sind zum Beispiel, **zwischen mehreren Aufgaben hin und her zu wechseln**, sich Dinge im **Kurzzeitgedächtnis** zu merken oder automatische, **reflexartige Reaktionen zu unterdrücken.**

Definiert von [Sven C. Mueller](#)

[https://de.in-mind.org/glossary/letter\\_k#Kognitive\\_Fhigkeiten](https://de.in-mind.org/glossary/letter_k#Kognitive_Fhigkeiten)



# Das „Zielgebiet“: Gehirn und seine „Architektur“



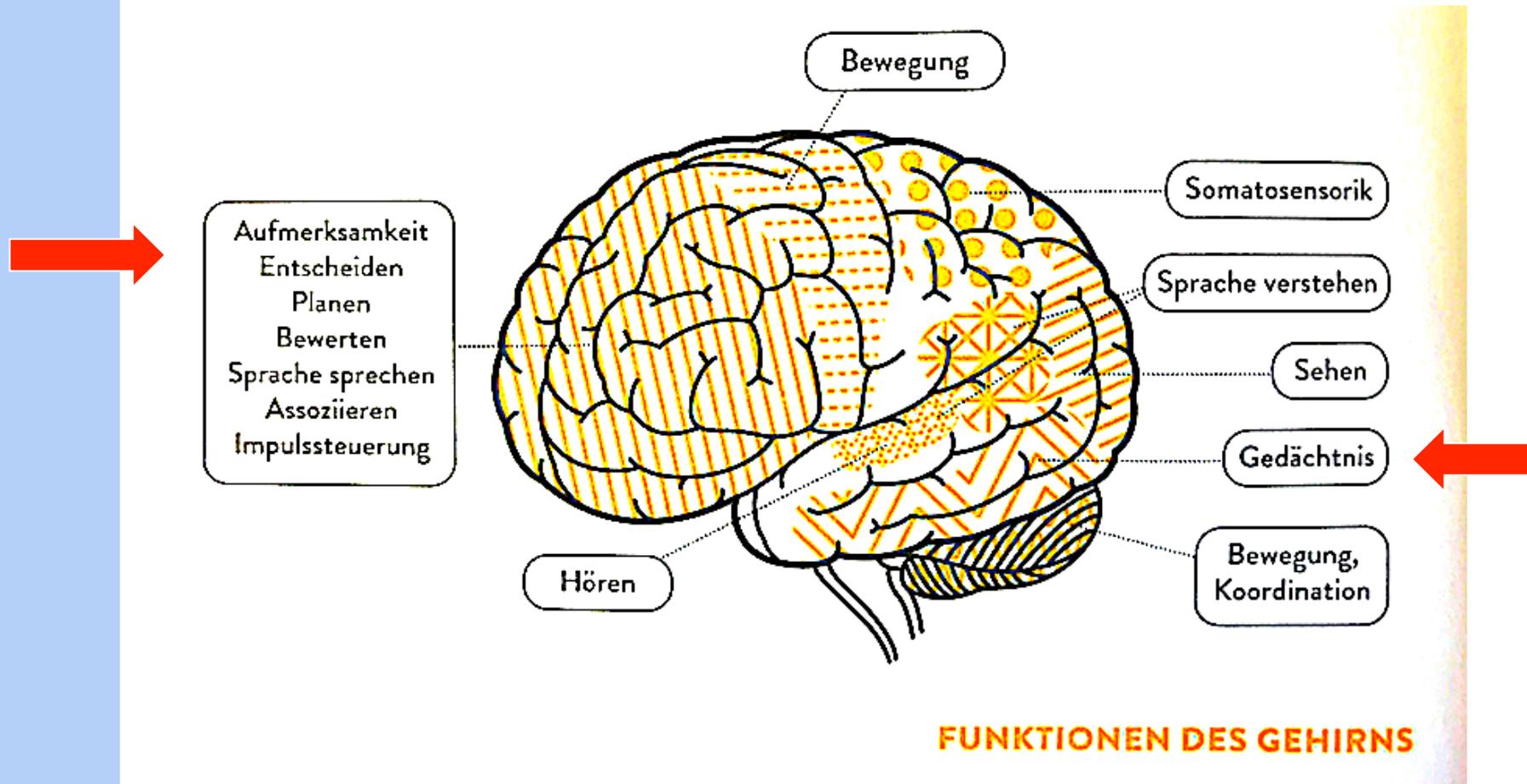
**Funktionsareal Broca-Zentrum  
(Sprache)**  
44 = Syntax (Satzbau)  
45, 47 = Semantik (Bedeutung)

**BRODMANN-AREALE**

Macedonia (2019), S. 22



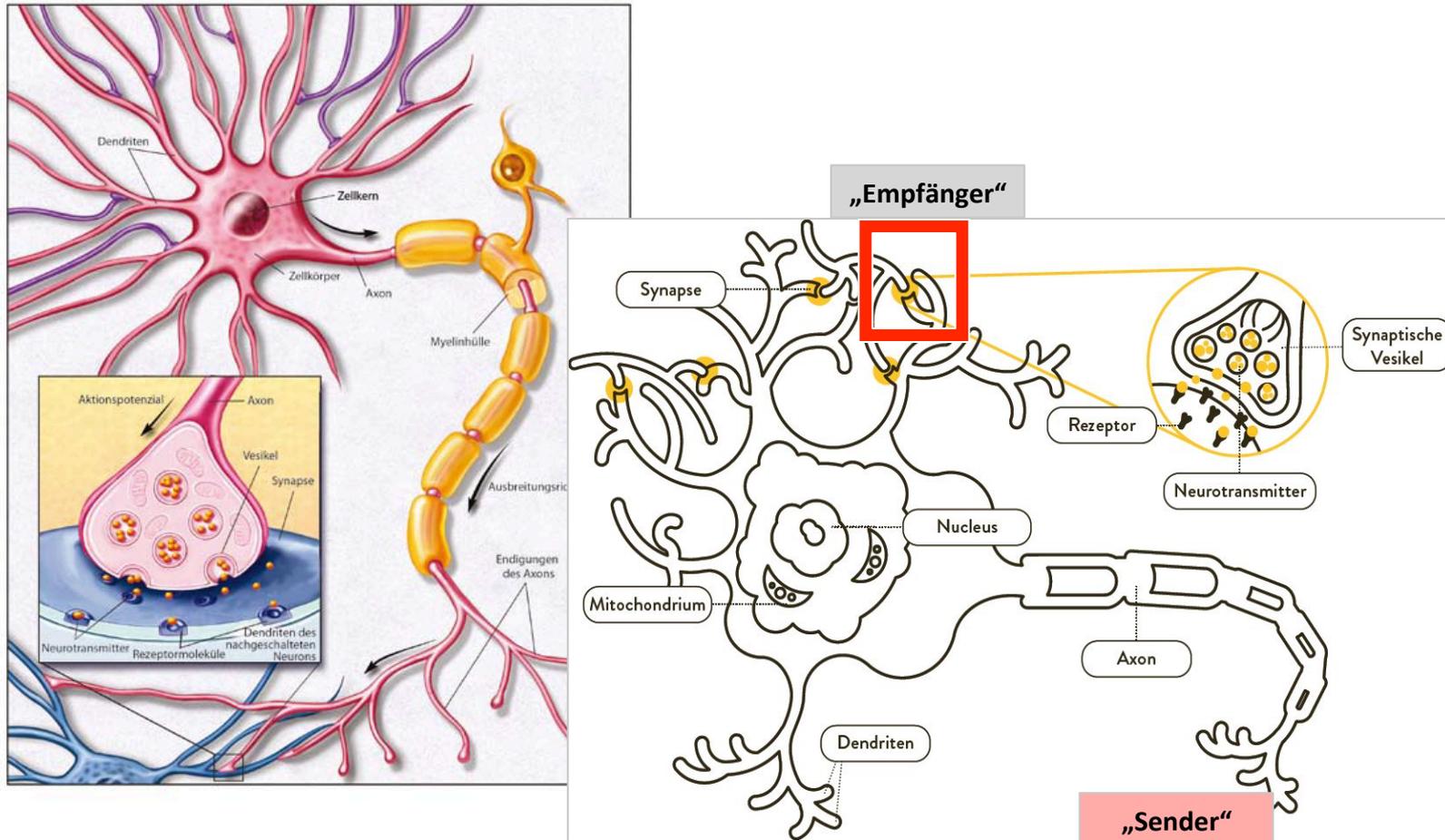
## Das „Zielgebiet“: Gehirn und seine Funktionsareale



Macedonia (2019), S. 22



# Das „Zielgebiet“: Nervenzellen und ihre „Verbindungen“





## Was meint eigentlich „Bewegung“?

**Bewegung** bzw. **körperliche Aktivität** (kA) (engl. **physical activity**, PA) ist definiert als „jede Bewegung, die zu einer **erheblichen Erhöhung des Ruheenergieaufwandes** führt“. (Caspersen et al., 1985)

Sie lässt sich unterscheiden nach:

**Ort:** Arbeit, Freizeit, Alltag, Sport, Fitnessstraining

**Art:** Ausdauer, Kraft, Koordination, Schnelligkeit, Beweglichkeit

**Dauer:** Sekunden – Minuten – Stunden – (Tage)

**Intensität:** leicht – mittel – schwer (z. B. in MET <3, 3-6, >6 MET)

**Häufigkeit:** ... pro Woche, pro Tag, pro Trainingseinheit

Studien dazu: Von **kurzfristigen Bewegungspausen** bis hin zu **längerfristigem (Ausdauer-)Training**



# Und wie macht Bewegung schlau?

Neurowissenschaftliche  
Begründungen





# So macht Bewegung schlau

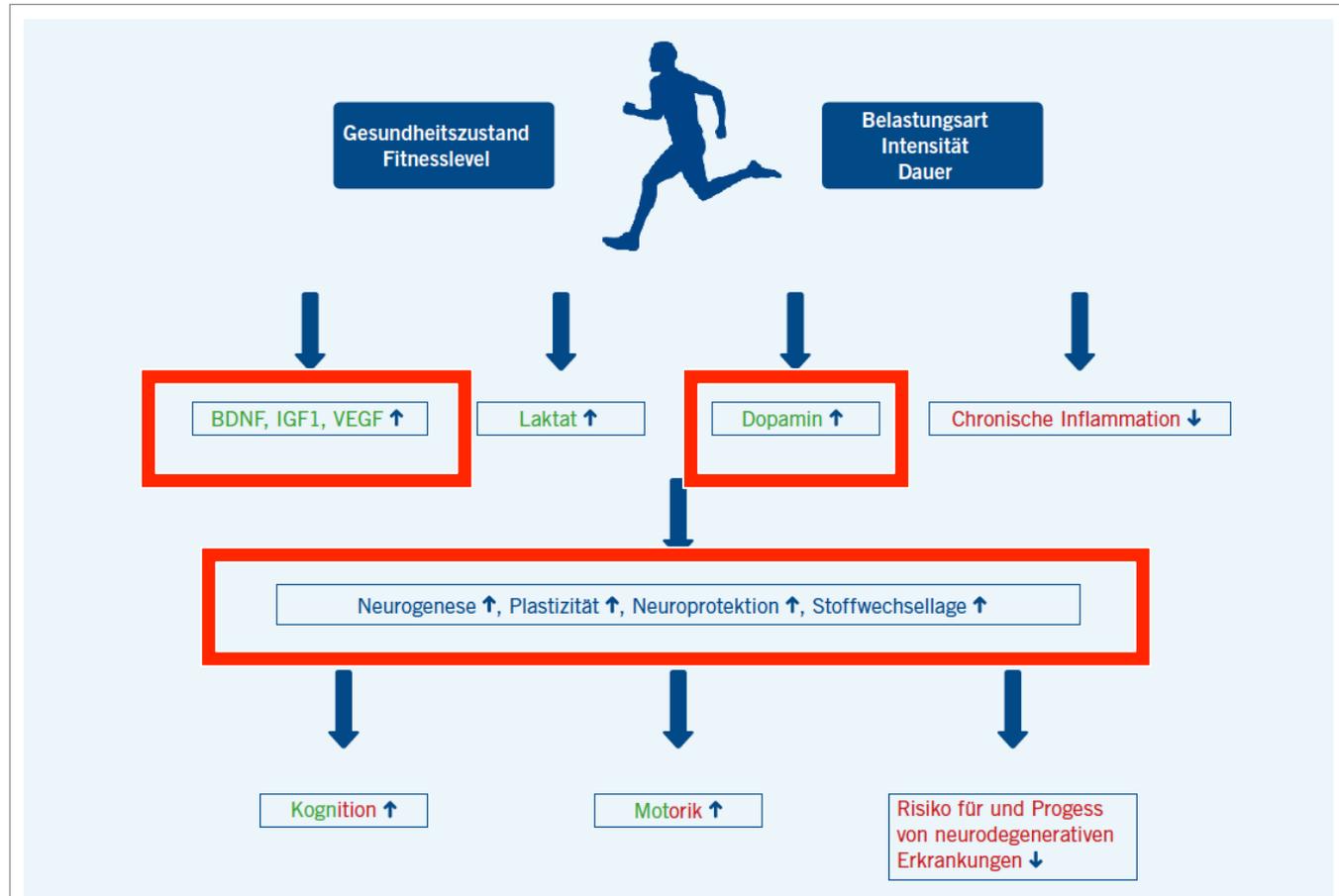
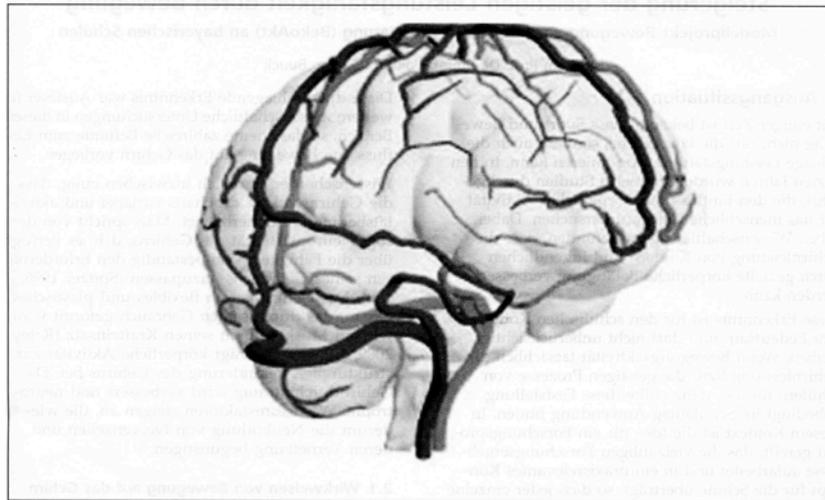


Abbildung 1

Schematische Darstellung des Einflusses körperlicher Aktivität auf zentral wirkende Mediatoren, neuronale Adaptationsprozesse und deren Auswirkung auf kognitive und motorische Fähigkeiten, sowie deren präventiver Effekt hinsichtlich neurodegenerativer Erkrankungen.  
Rot: Chronischer Effekt, Grün: Akuter Effekt

# So macht Bewegung schlau

Steigerung der regionalen Hirndurchblutung und des Hirnstoffwechsels und Neubildung von Blutgefäßen (**Angiogenese**)



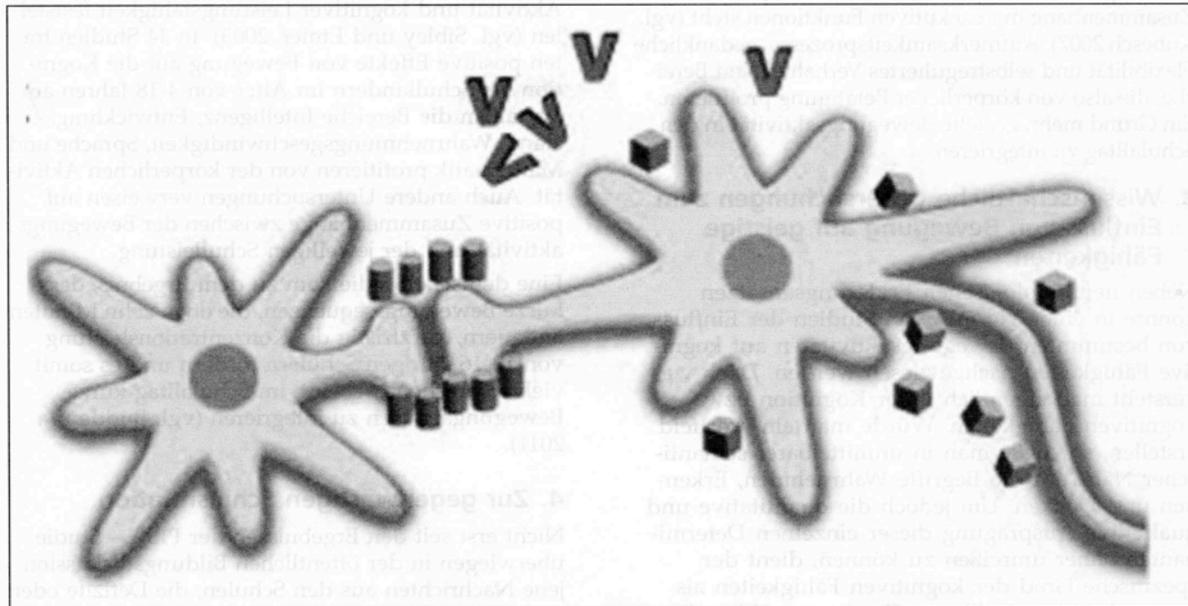
(Abb.: Voll & Buuck, 2011)

Hollmann & Strüder (2003): 14 % höher bei 25 Watt; bis 30 % bei 100 Watt  
Auch bei Klavierspielen 30 % plus (→ Hände!)

- Bessere **Sauerstoff- und Nährstoffversorgung** („Geistige Frische“)

# So macht Bewegung schlau

Vermehrung von **Neurotransmittern** („Botenstoffe“)



(Abb.: Voll & Buuck, 2011)

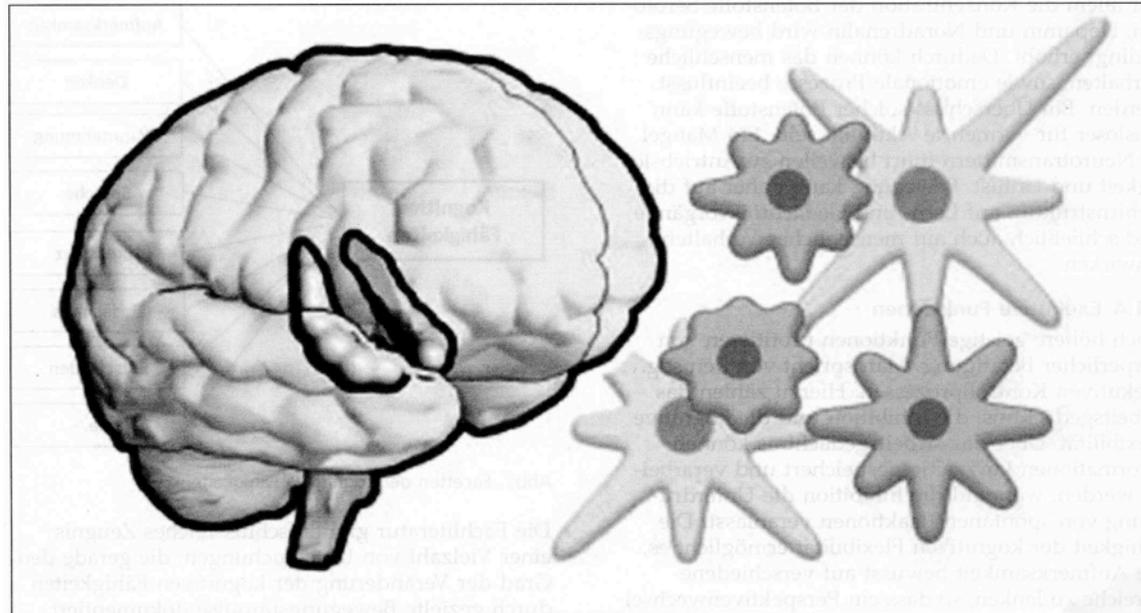
## Dopamin, Serotonin, Noradrenalin

Bei Mangel: Antriebslosigkeit

Nach Erhöhung: Emotionale Anregung, Aktivierung

# So macht Bewegung schlau

Neubildung von Nervenzellen im Gehirn (**Neurogenese**), bes. via BDNF



(Abb.: Voll & Buuck, 2011)

Altman & Das (1965); Eriksson et al. (1998): „**Neuroplastizität**“ des Gehirns

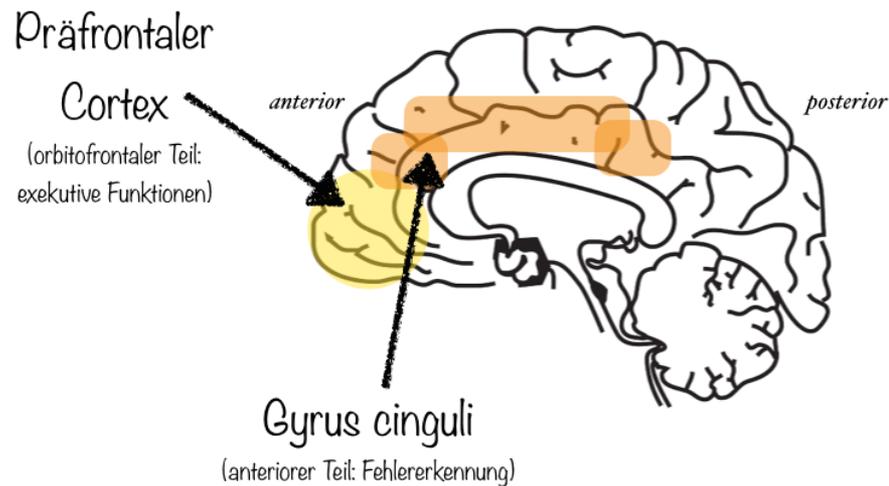
➤ **strukturell** (Neuroneogenese!); dazu **funktionell** (bessere „Verschaltung“)

z. B. Hippocampus-Region: Fakten, Kurzzeitgedächtnis, Erinnerung

→ „Wanderung“ (Tage – 2 Jahre) in Langzeitgedächtnis, Lernen

# So macht Bewegung schlau

**Funktionaler** Effekt: Kontrolle der „**exekutiven Funktionen**“ (EF)



(Abb.: <http://www.bildungsadler.de/lernerfolgskontrolle/>)

BEWUSSTES LERNEN UND KONTROLLINSTANZEN

PFC = supervisory attentional system“ (SAS)

→ Arbeitsgedächtnis – Inhibition – kognitive Flexibilität



# Kontrolle der „exekutiven Funktionen“

STROOP-Effekt – wie unser Gehirn arbeitet

*Lesen Sie bitte die Worte*

RED	GREEN	BLUE	YELLOW	PINK
ORANGE	BLUE	GREEN	BLUE	WHITE
GREEN	YELLOW	ORANGE	WHITE	BLUE
BROWN	RED	BLUE	YELLOW	GREEN
PINK	YELLOW	GREEN	BLUE	RED



# Kontrolle der „exekutiven Funktionen“

STROOP-Effekt – wie unser Gehirn arbeitet

*Nennen Sie bitte die Farbe*

RED

GREEN

BLUE

YELLOW

PINK

ORANGE

BLUE

GREEN

BLUE

GRAY

GREEN

YELLOW

ORANGE

BLUE

GRAY

BROWN

RED

BLUE

YELLOW

GREEN

PINK

YELLOW

GREEN

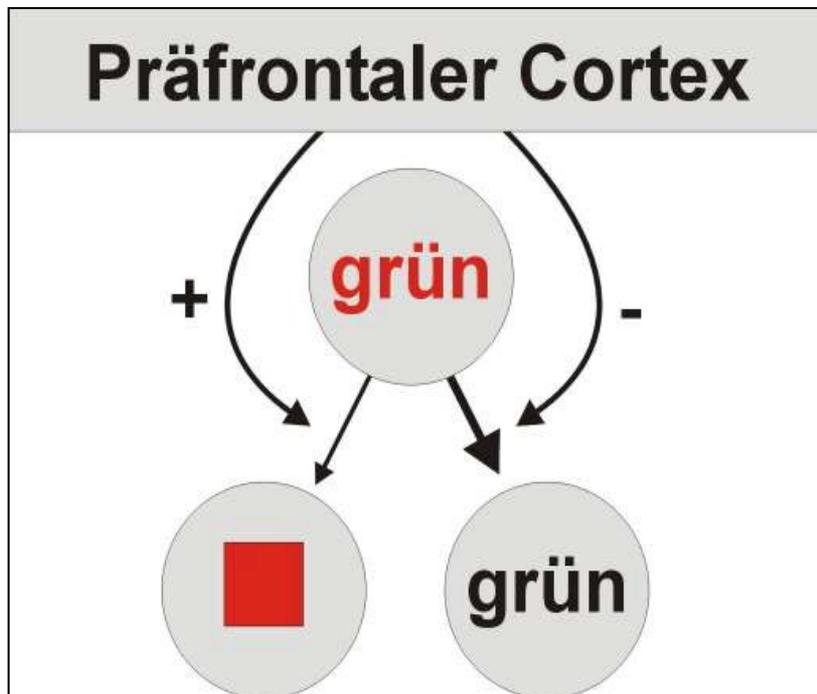
BLUE

RED



## Kontrolle der „exekutiven Funktionen“

STROOP-Effekt – wie unser Gehirn arbeitet

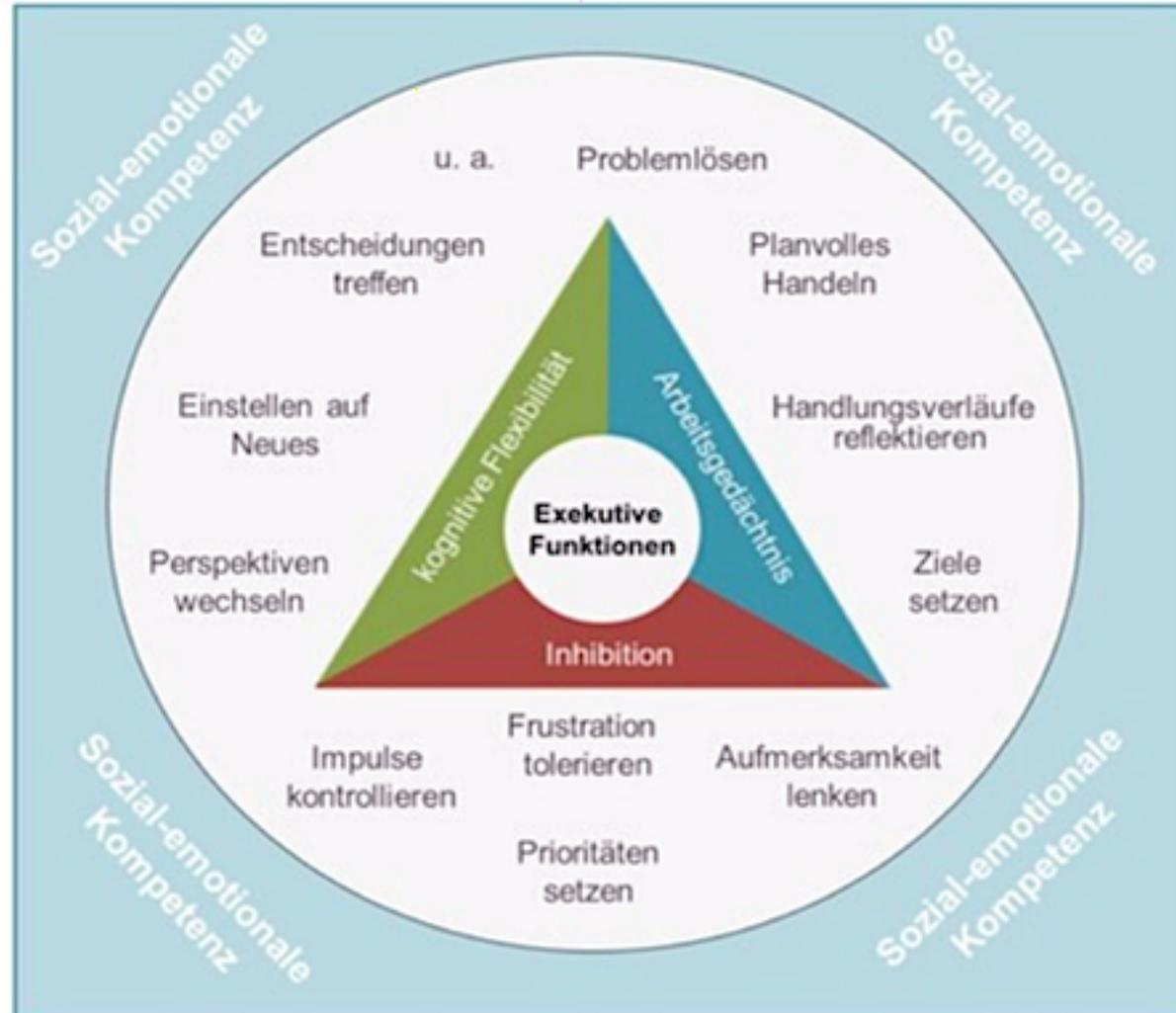


- Das Lesen dominiert zunächst.
- **Präfrontaler Cortex** stoppt das motorisch aktivierte ‚grün‘.
- PFC produziert dann erst das ‚rot‘ (Farbe).
- Dadurch die charakteristische Verzögerung und erst spätere ‚Gewöhnung‘.



# Exekutive Funktionen - „kognitive Schaltzentrale“

Spielbeispiel: 1 – 2 – „BAM“ (AG, Inhibition) vgl. Walk & Evers, 2013

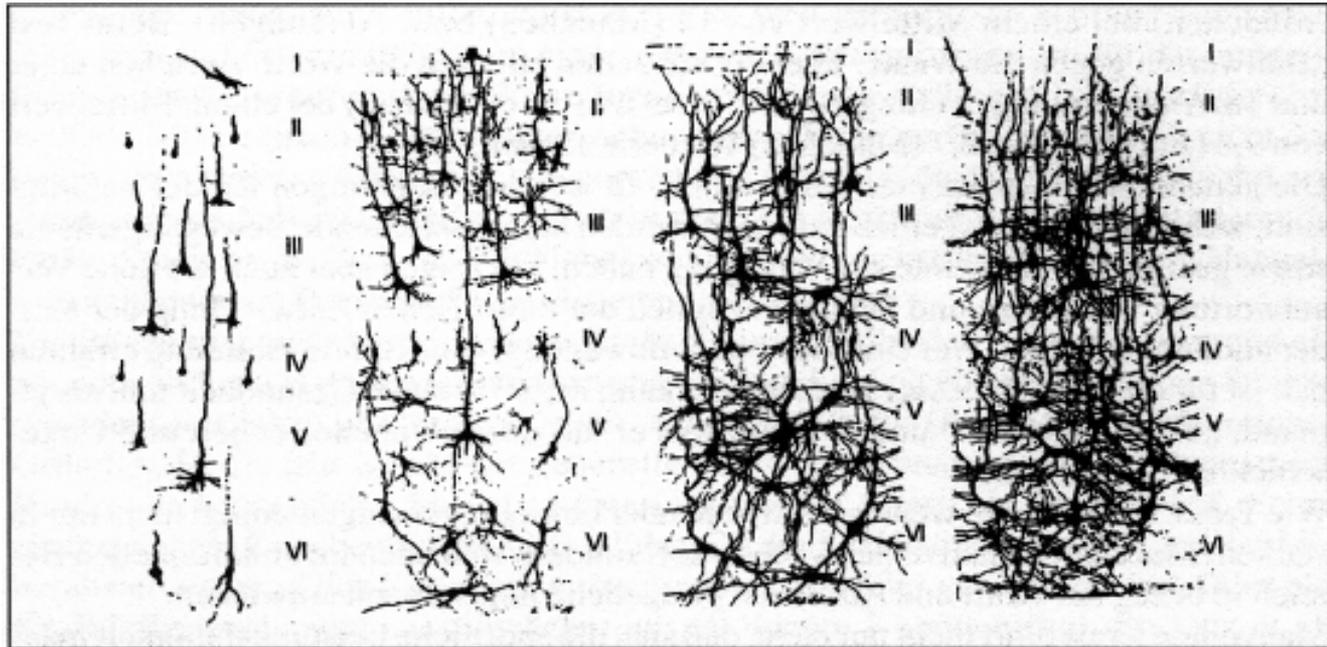


Quelle: [www.zln-ulm.de](http://www.zln-ulm.de) (nach Miyake)



# So macht Bewegung schlau

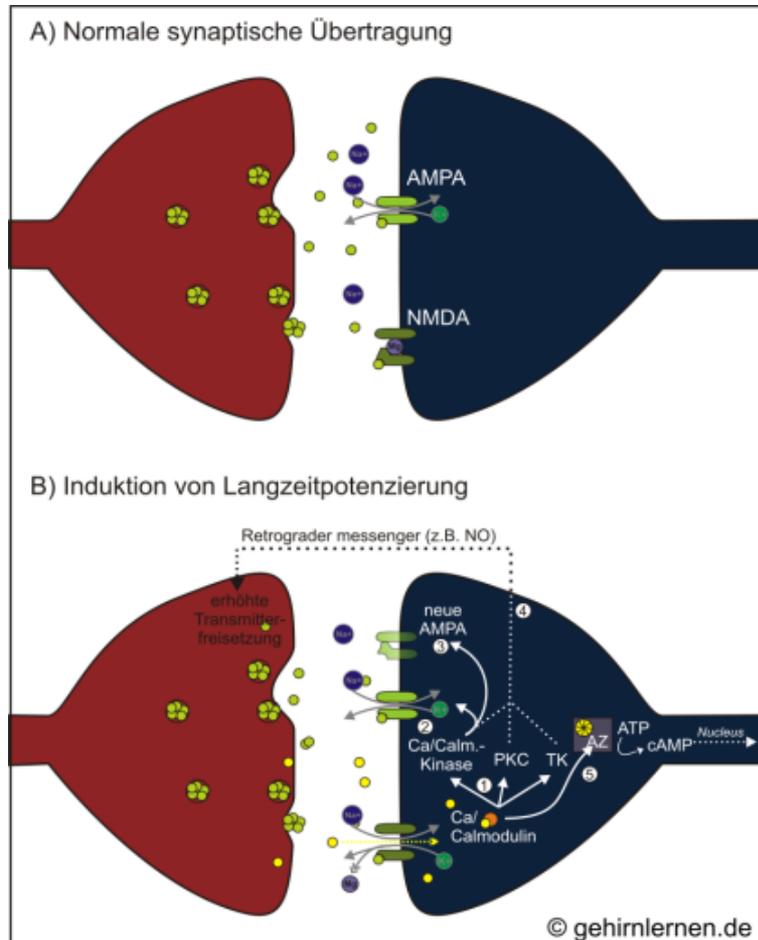
Aussprossung (**Spines**) von Dendriten („Nervenverbindungen“)



*„use it or lose it“*

# So macht Bewegung schlau

Hypertrophie und „Langzeitoptimierung“ der **Synapsen**



*„use it or lose it“*

Lernregel von **Donald Hebb**:

„Nervenzellen, die zusammen feuern,  
verbinden sich miteinander“

***What fires together, wires together.***



## Zwischenfazit: So macht Bewegung schlau ...

*„use it or lose it“*

Körperliches Training verbessert

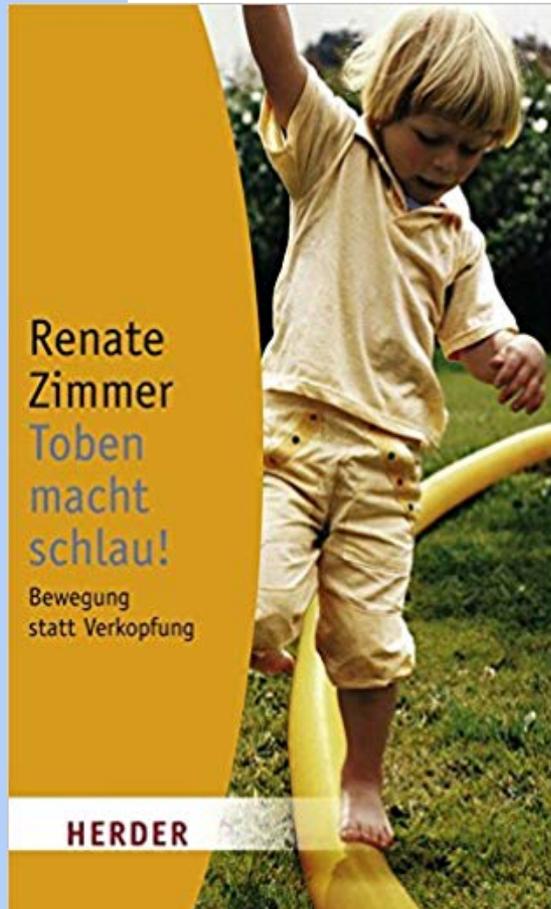
- die **Gehirnvaskularisierung** (Durchblutung)
- die **Angiogenese** (Bildung neuer Blutgefäße)
- die **Spineproduktion**
- die **Synapsenhypertrophie und –neubildung**
- die **Neurogenese** (Bildung neuer Nerven; BDNF → Hippocampus)
- die Menge und Funktion der **Neurotransmitter**
- die **Aufmerksamkeit** („open window“) → exekutive Funktionen.

Es erhöht die Widerstandsfähigkeit von Neuronen, deren Versorgung (NAA) und „Entsorgung“ (via glyphomatisches System) und verbessert damit insgesamt die **kognitiven Funktionen**.

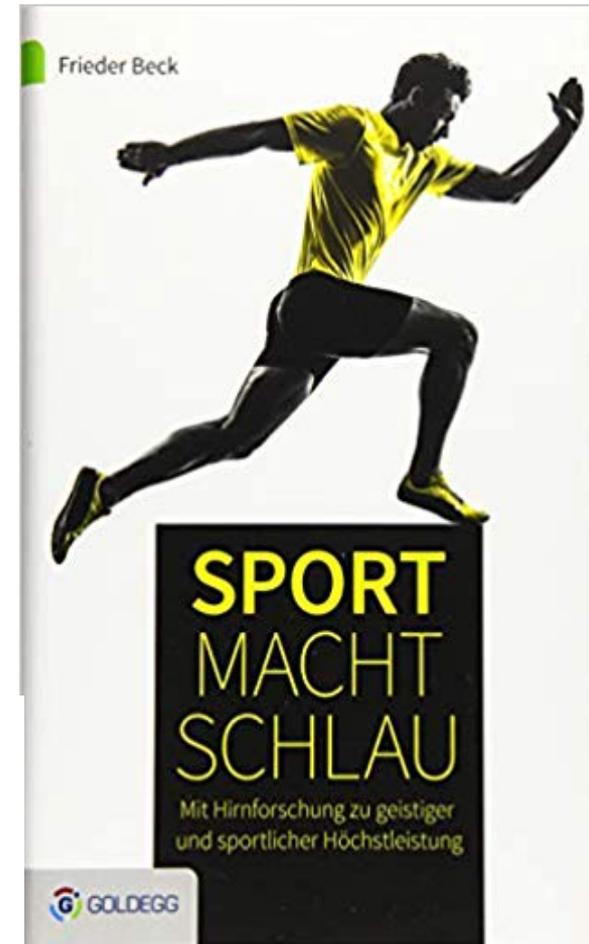
(Hollmann & Strüder, 2003; Zinner, Oberste & Bloch (2015); Macedonia, 2019)



# Also: Bewegung macht schlau!



**Ja!**  
**Bewegung nimmt Einfluss  
auf kognitive Funktionen**





# Wie schlau macht denn Bewegung in der Praxis?

Bedeutung von Bewegung für Lernerfolge

Die Studienlage





# „Bewegung“(PA) → Schulleistung (AP)

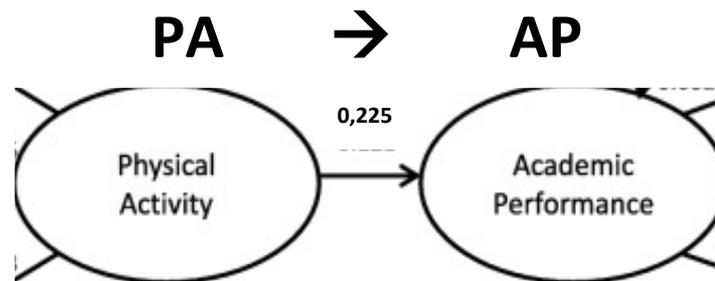


Fig. 2. Structured Equation Model explaining the relationship between physical activity, cognition and academic achievement (Model 2),  $\chi^2(24) = 67.6$ ,  $p = .000$ , RMSEA = 0.055, CFI = 0.963, TLI = 0.944, PNFI = 0.628. Three variable model explaining the relationships between physical activity, cognition and academic performance



# „Bewegung“(PA) → Schulleistung (AP)

## Pedometer-Messung

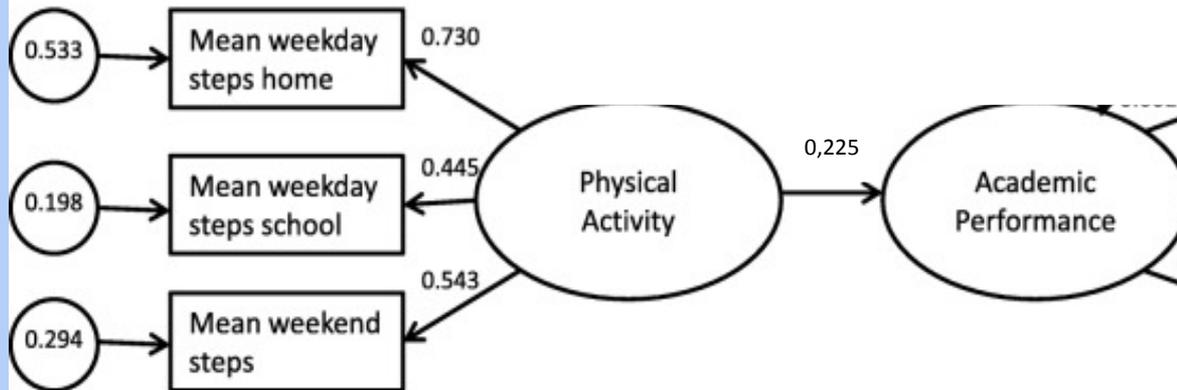


Fig. 2. Structured Equation Model explaining the relationship between physical activity, cognition and academic achievement (Model 2),  $\chi^2(24) = 67.6$ ,  $p = .000$ , RMSEA = 0.055, CFI = 0.963, TLI = 0.944, PNFI = 0.628. Three variable model explaining the relationships between physical activity, cognition and academic performance



# „Bewegung“(PA) → Schulleistung (AP)

## Pedometer-Messung

## NZ: Lese- & Mathe-Tests

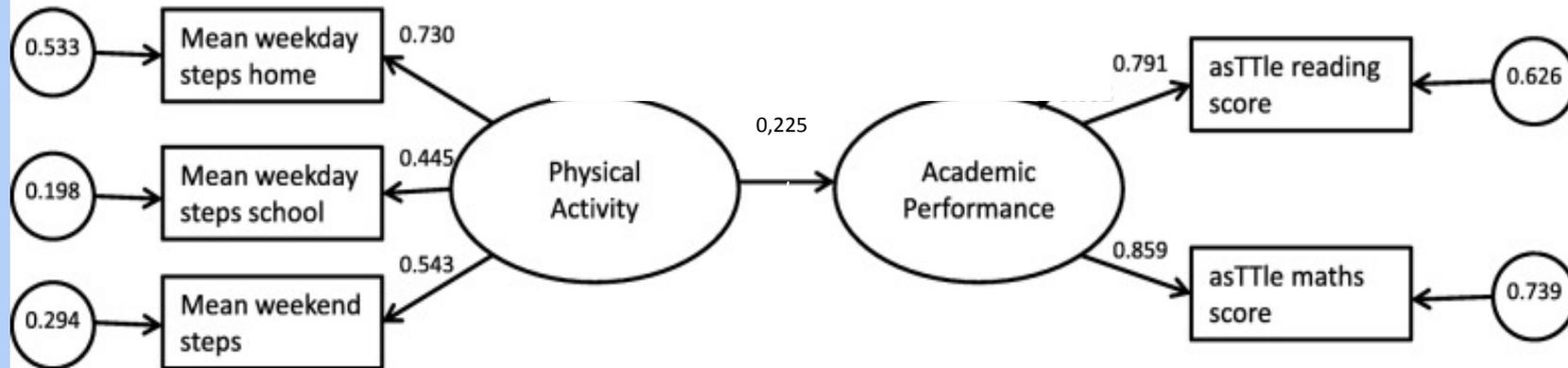


Fig. 2. Structured Equation Model explaining the relationship between physical activity, cognition and academic achievement (Model 2),  $\chi^2(24) = 67.6$ ,  $p = .000$ , RMSEA = 0.055, CFI = 0.963, TLI = 0.944, PNFI = 0.628. Three variable model explaining the relationships between physical activity, cognition and academic performance



# „Bewegung“(PA) → Schulleistung (AP)

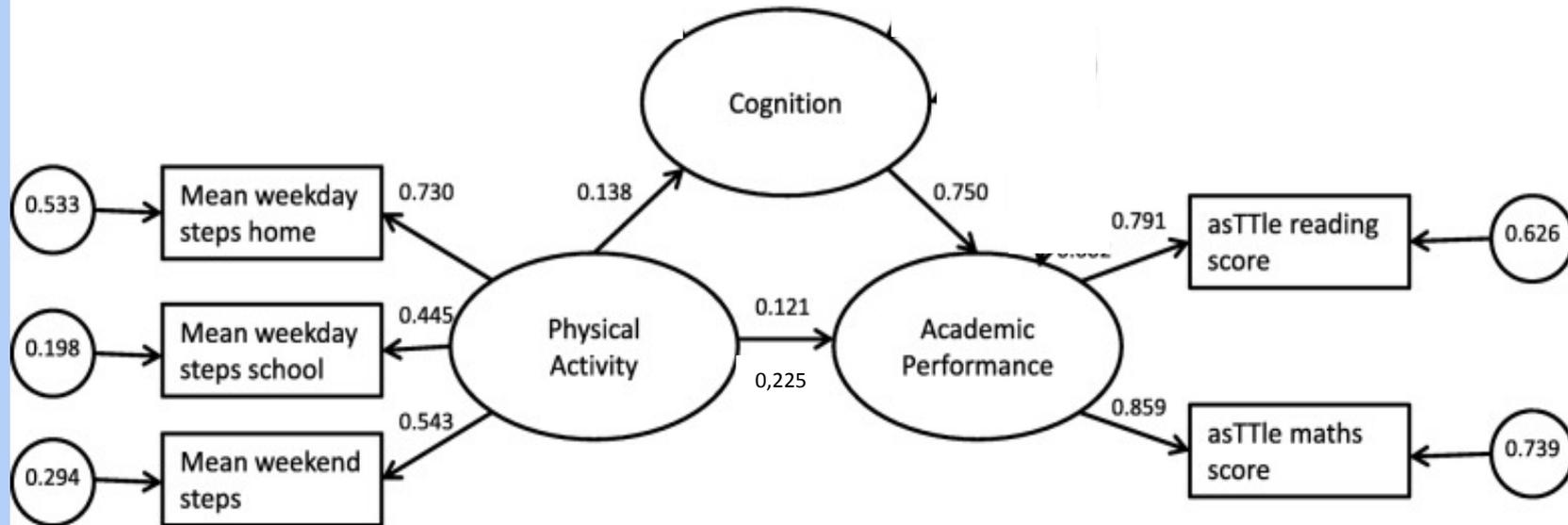


Fig. 2. Structured Equation Model explaining the relationship between physical activity, cognition and academic achievement (Model 2),  $\chi^2(24) = 67.6$ ,  $p = .000$ , RMSEA = 0.055, CFI = 0.963, TLI = 0.944, PNFI = 0.628. Three variable model explaining the relationships between physical activity, cognition and academic performance



# „Bewegung“(PA) → Schulleistung (AP)

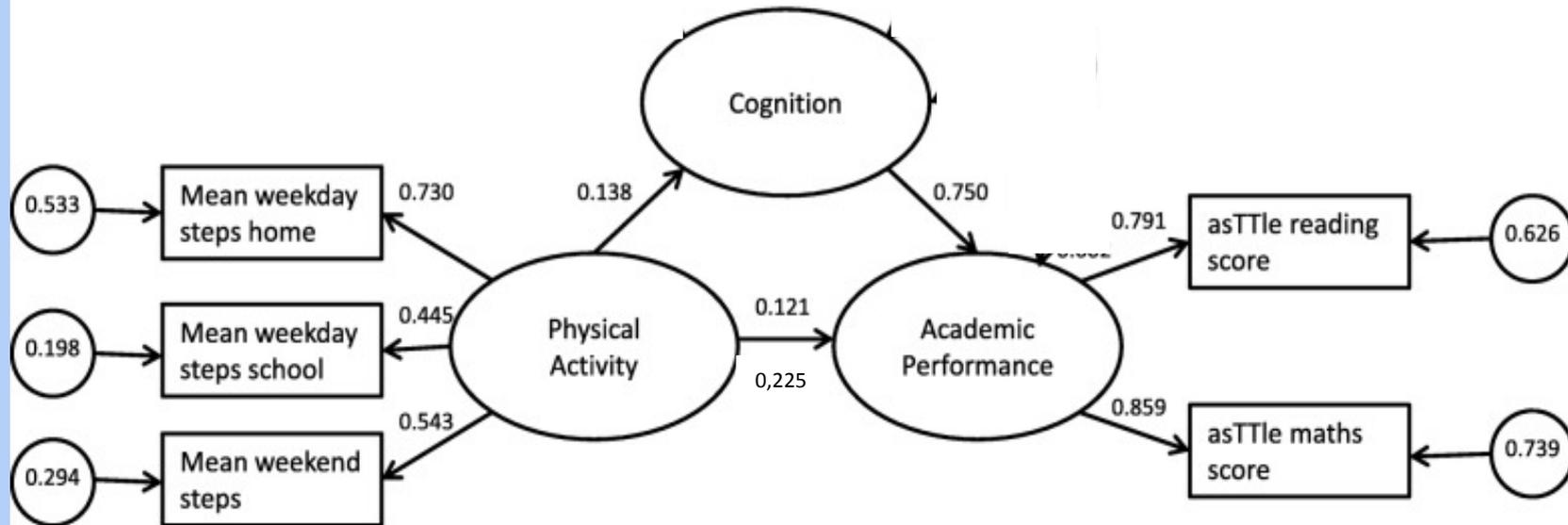


Fig. 2. Structured Equation Model explaining the relationship between physical activity, cognition and academic achievement (Model 2),  $\chi^2(24) = 67.6$ ,  $p = .000$ , RMSEA = 0.055, CFI = 0.963, TLI = 0.944, PNFI = 0.628. Three variable model explaining the relationships between physical activity, cognition and academic performance



# „Bewegung“ (PA) → Schulleistung (AP)

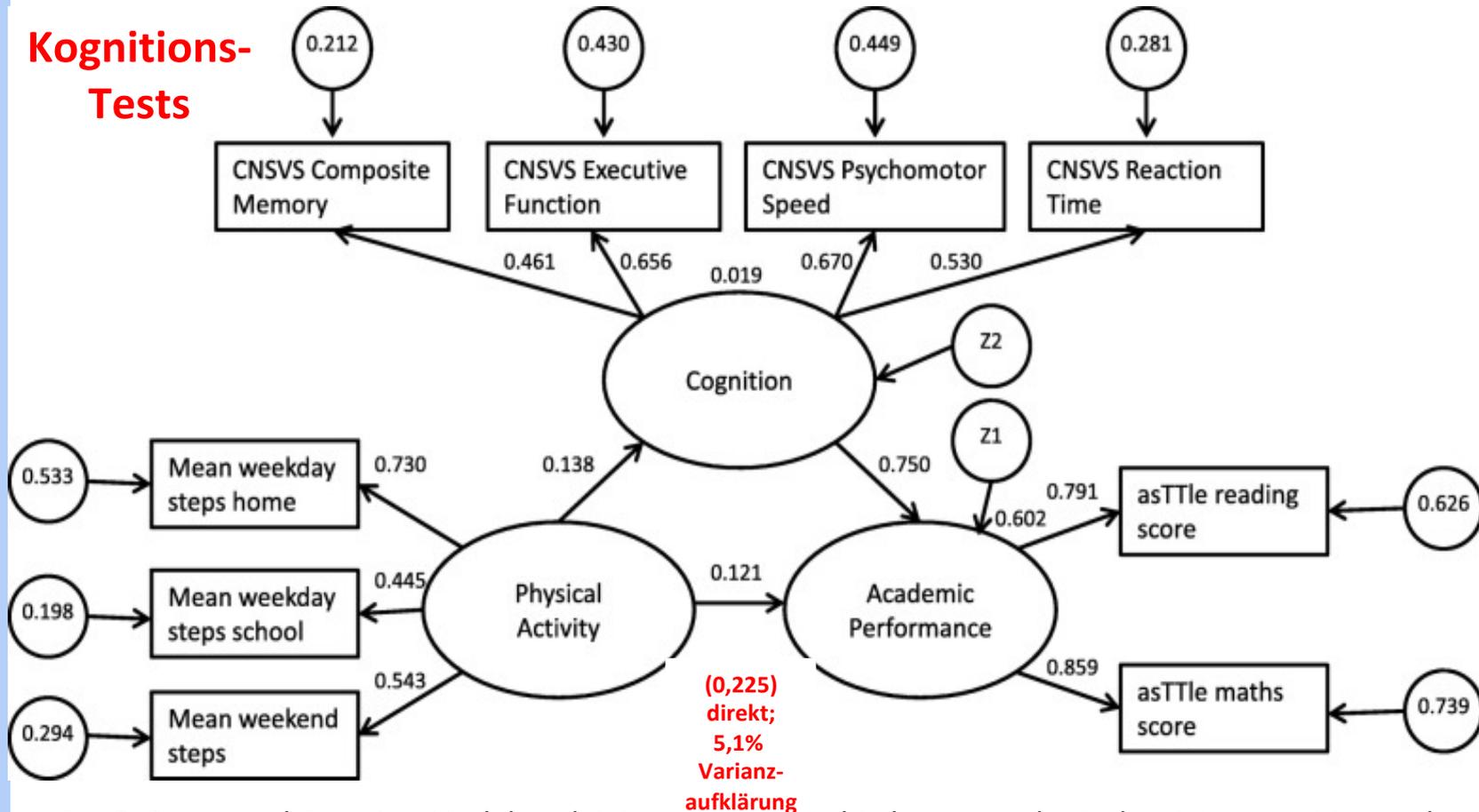


Fig. 2. Structured Equation Model explaining the relationship between physical activity, cognition and academic achievement (Model 2),  $\chi^2(24) = 67.6$ ,  $p = .000$ , RMSEA = 0.055, CFI = 0.963, TLI = 0.944, PNFI = 0.628. Three variable model explaining the relationships between physical activity, cognition and academic performance



# Bedeutung von Bewegung für Lernerfolge

## Wie schlau macht Bewegung?

### Die Studienlage

#### Metaanalyse von de Greeff et al. (2018)

- 31 Studien (2000 bis 2017)  
mit Varianten: 4 EF, 3 Aufmerksamkeit, 3 AP, 2 Studiendauer, 2 PA.
- **Akute PA** hat Effekt auf **Aufmerksamkeit** ( $g=0.43$ )
- **Längerfristige Aktivitätsprogramme** haben  
Effekt auf **Aufmerksamkeit** (größer als bei akut,  $g=0.90$ )  
Effekt auf **exekutive Funktionen** (EF) ( $g=0.24$ )  
Effekt auf **Lernleistung** (AP) ( $g=0.26$ )
- Die Resultate waren domainabhängig.



# Bedeutung von Bewegung für Lernerfolge

## Wie schlau macht Bewegung?

### Die Studienlage

**Metaanalyse** von Watson et al. (2017)  
zu Interventionen im Klassenraum



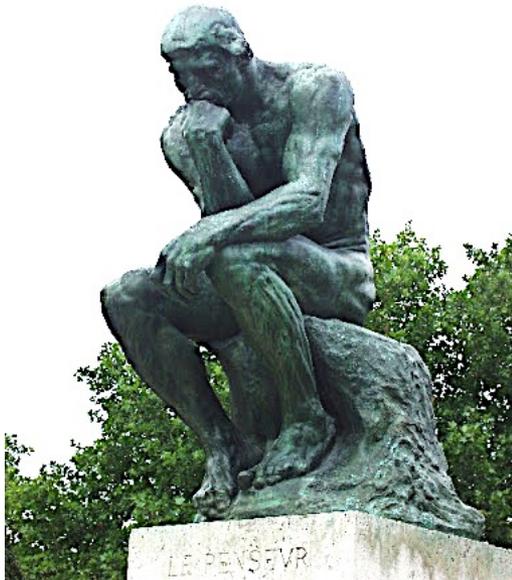
- 16 von 39 Artikeln auswertbar (Recherche 2016 bis 2017)  
zahlreiche Varianten zu EF, AP, Aufmerksamkeit ...
- **Aktivitätsprogramme im Klassenraum** haben  
Effekt auf **Aufmerksamkeit** für Aufgabe und **Reduktion der Ablenkung** (mittlere Differenz = 0.60)  
Effekt auf **Lern-/Schulleistung** (AP) (= 1.03)  
keinen Effekt auf PA (= 0.33)



# Denk mal!

Wie wird man  
dann dann am  
besten „schlau“?

Im Sitzen oder  
in & mit Bewegung?

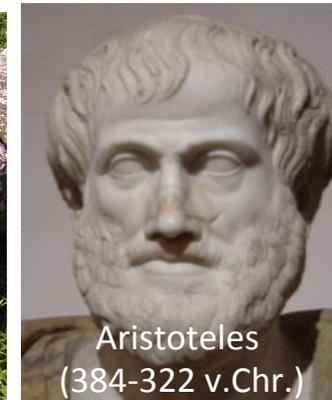


Auguste Rodin:  
„Le penseur“ (Der Denker)



„Die Schule von Athen“ von Raffael (Fresko)  
Raum der Signatur im Vatikanischen Museum  
Abb. serato / Shutterstock.com (geolino)

*Peripatos* altgriechisch περίπατος - ‚Wandelhalle‘



Aristoteles  
(384-322 v.Chr.)



## Konsequenz

# Integration von Bewegung in den Lehr-Lern-Prozess





## Beispiel

# Förderung **angeleiteter** „sensomotorischer Stimulationen“



(Fotos: Breithecker )



Entlastungs-  
und  
Bewegungs-  
pausen

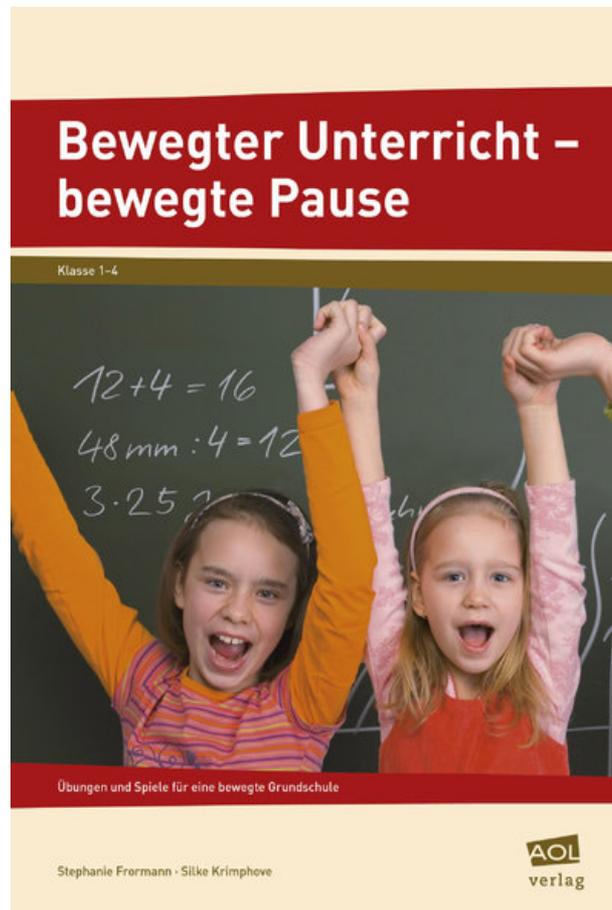
Bewegungs-  
freundliche  
Räume und  
Plätze





# Integration von Bewegung in den Lehr-Lern-Prozess

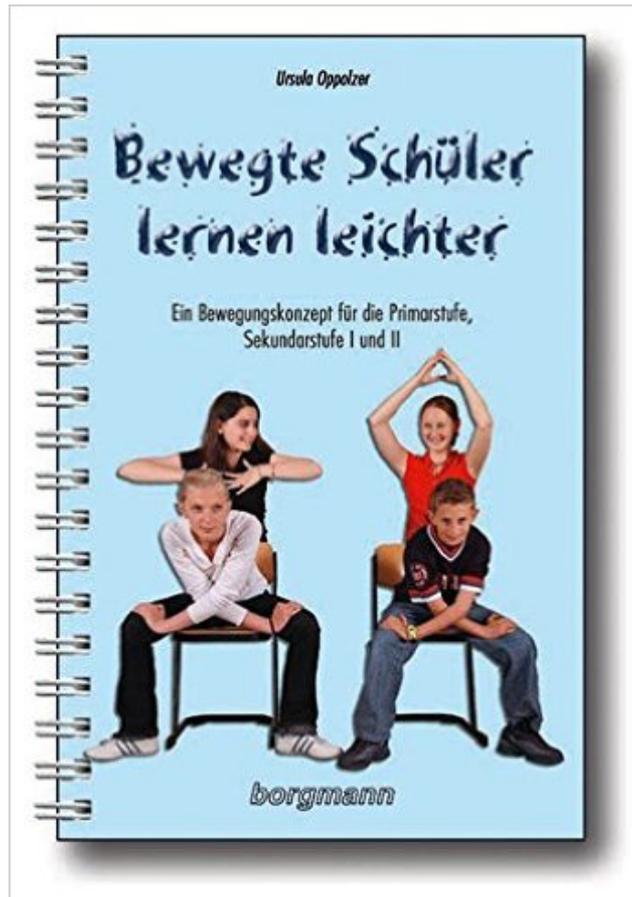
**Anregungen** für Bewegung und Bewegungspausen im Unterricht





# Integration von Bewegung in den Lehr-Lern-Prozess

**Anregungen** für Bewegung und Bewegungspausen im Unterricht





# Integration von Bewegung in den Lehr-Lern-Prozess



Exekutive  
Funktionen –  
Basis für  
erfolgreiches Lernen

## Anregungen

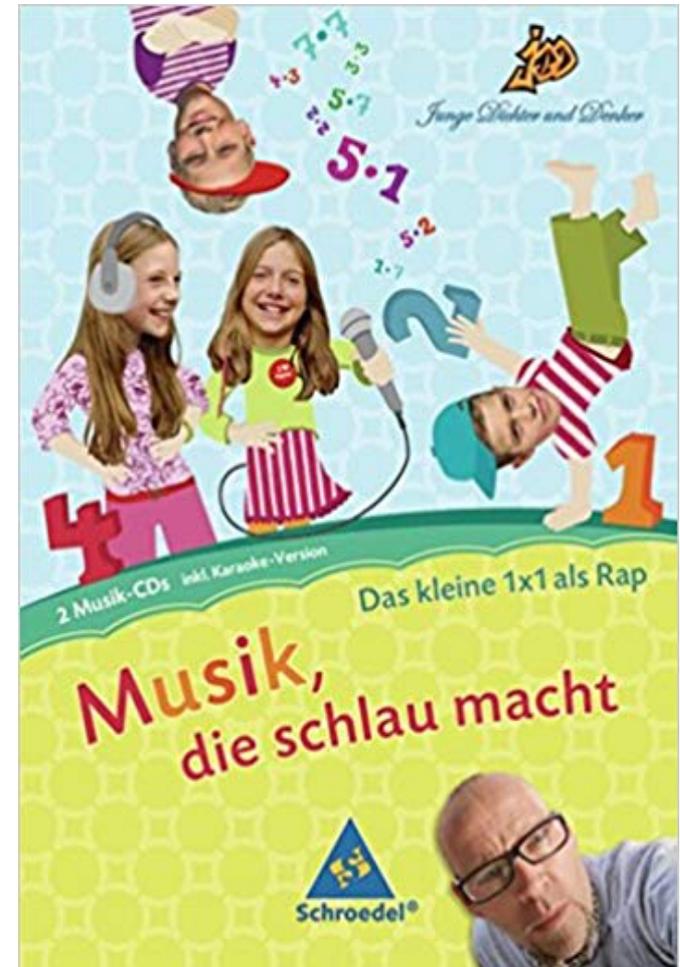
zur Förderung von  
exekutiven Funktionen (EF)  
Inhibition –  
Aufmerksamkeit –  
Arbeitsgedächtnis –  
kognitive Flexibilität



Förderung exekutiver Funktionen



## Macht denn nur Bewegung schlau – oder ...?





## Fazit 1: Bewegungsförderung ist unverzichtbar!

### Sorgen Sie dafür . . .

- dass Kinder sich viel (mehr) bewegen und nicht bewegt werden
- dass Kindern spannende Bewegungsgelegenheiten bereit stehen
- dass Kinder ihre Phantasie und ihre eigenen Lösungsmöglichkeiten einbringen können
- dass Kinder Spaß an der Bewegung haben
- dass Kinder ihre Stärken entdecken und entfalten können
- dass sich Bewegung für Kinder lohnt: „Ich habe es geschafft!“

(vgl. u.a. Breithecker, BAG, 2011)



## Fazit 2: Beweg Dich!



# Fazit 2: Beweg Dich! - und nicht nur das Gehirn sagt „Danke!“

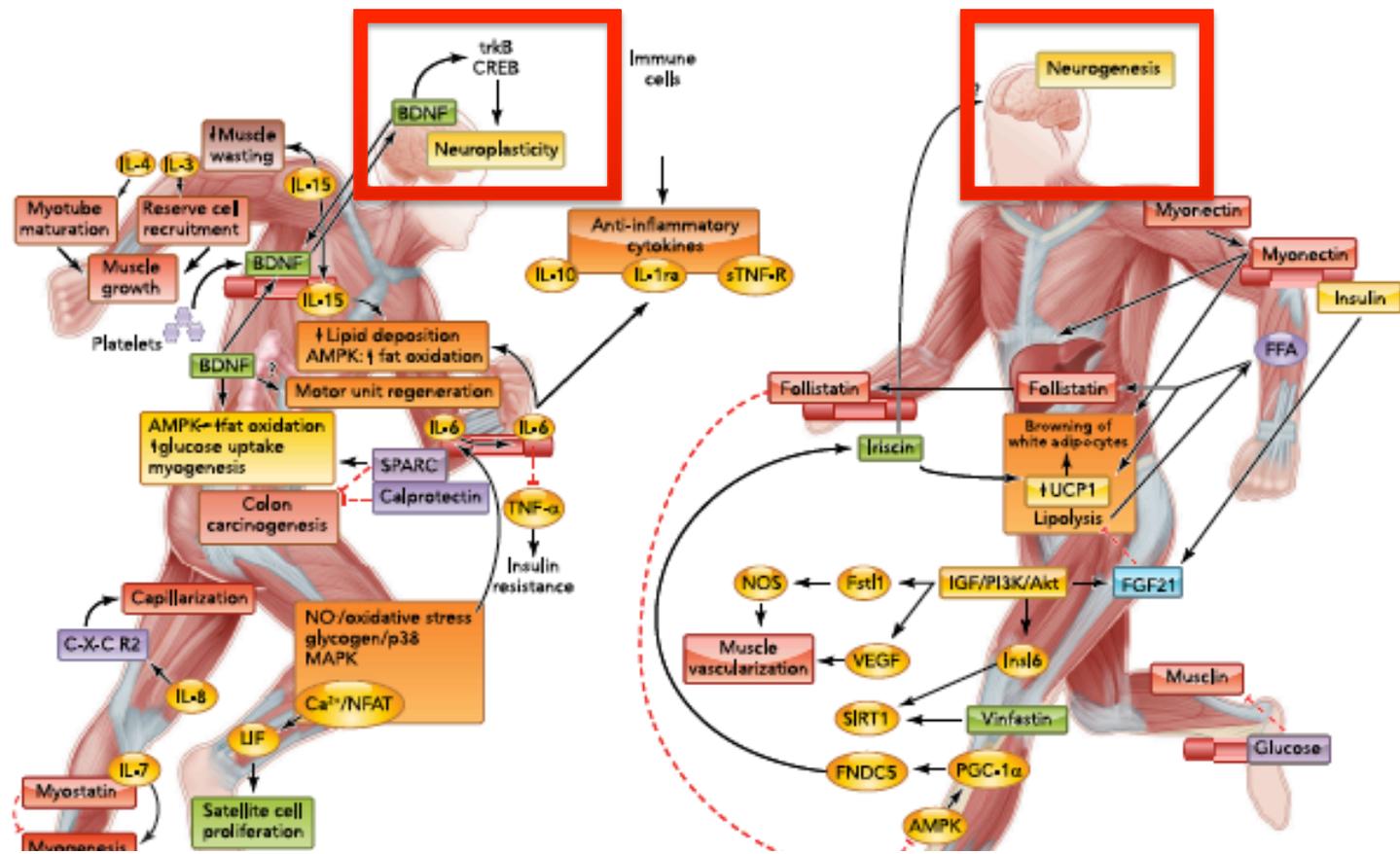


FIGURE 2. Summary of the main myokines, their putative effects, and the molecular signals/pathways involved

**Exercise is the real „polypill“**

Fiuza-Luces et al. (2013), *Physiology*, 28, 330-358.



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Prof. Dr. Theodor Stemper**

Arbeitsbereich Fitness & Gesundheit

Institut für Sportwissenschaft

Bergische Universität Wuppertal

[www.fitness-gesundheit.uni-wuppertal.de](http://www.fitness-gesundheit.uni-wuppertal.de)

