

# **Körperlich fit und geistig beweglich**

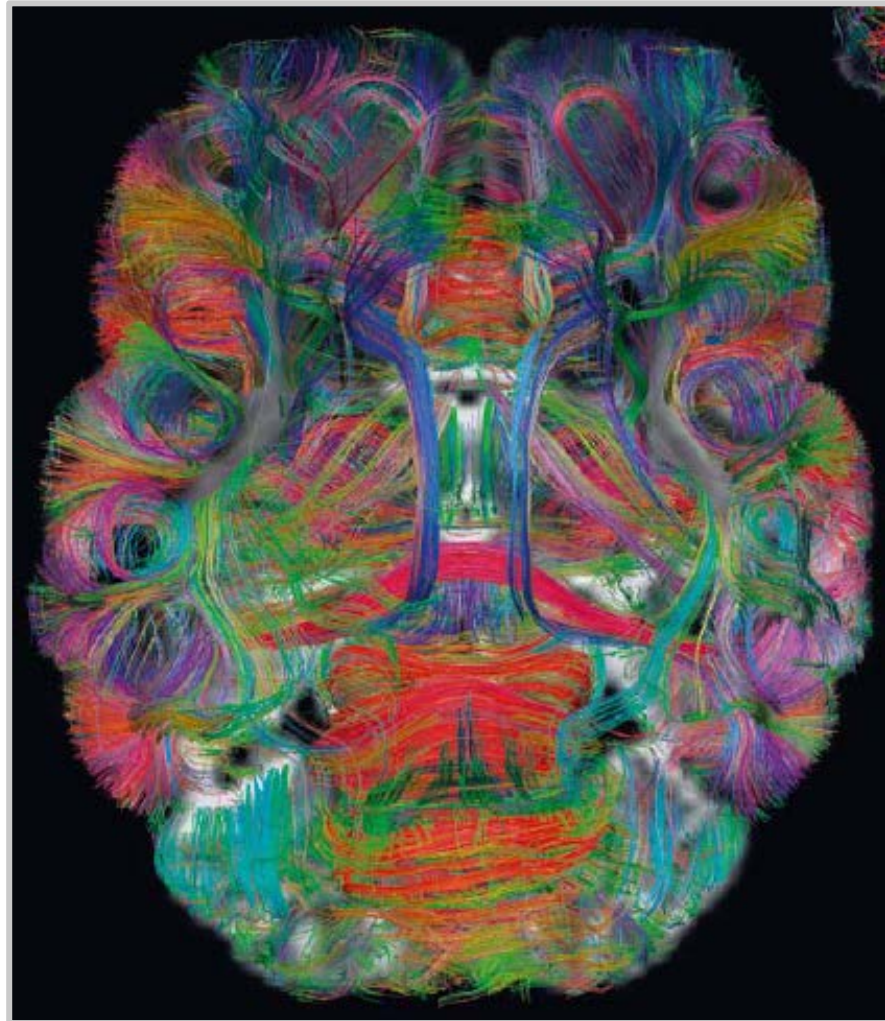
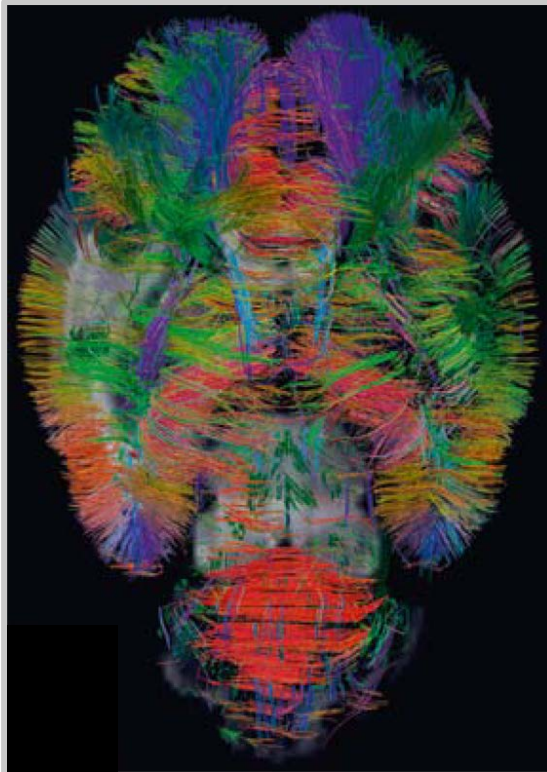
## **Neurowissenschaften und Sport**

Frankfurt, 05. Dezember 2016

Laura Walk, Dipl. Sportwissenschaftlerin

# Inhalt

1. Grundlagen des Lernens und die Bedeutung für den Sport
2. Exekutive Funktionen und Selbstregulation: Auswirkungen auf den Sport und Wirkungen von Sport

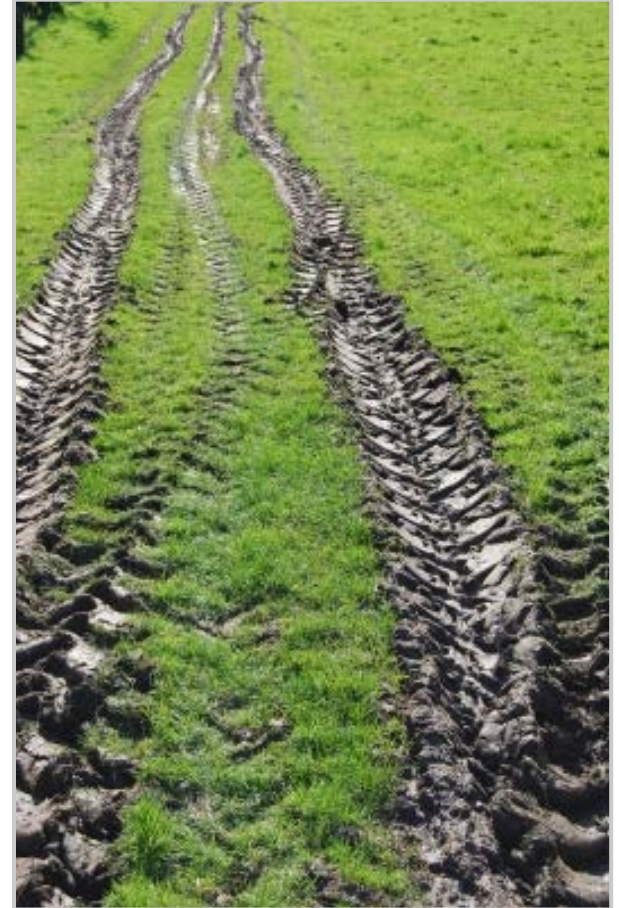


(Van W vedeen et al. 2010)

## Neuroplastizität – Spuren legen



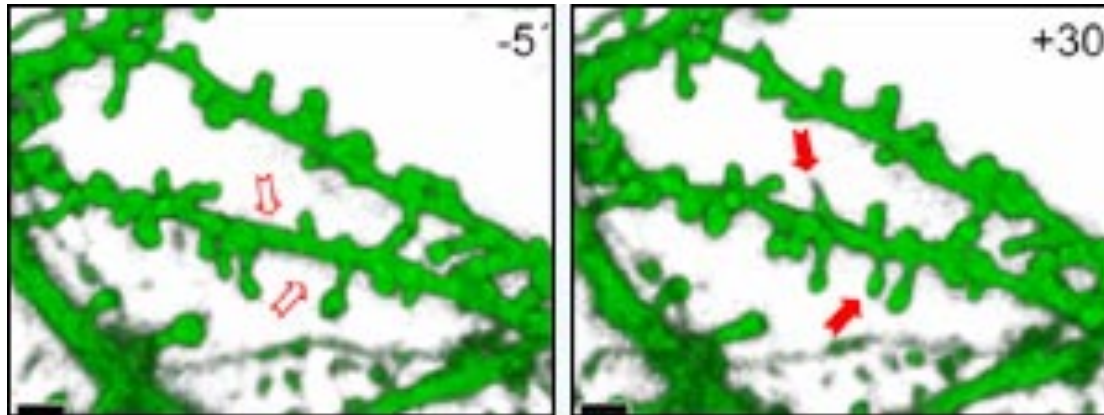
Spuren im Gehirn:  
Verbindungen von Nervenbahnen durch  
Erfahrungen, Handeln...



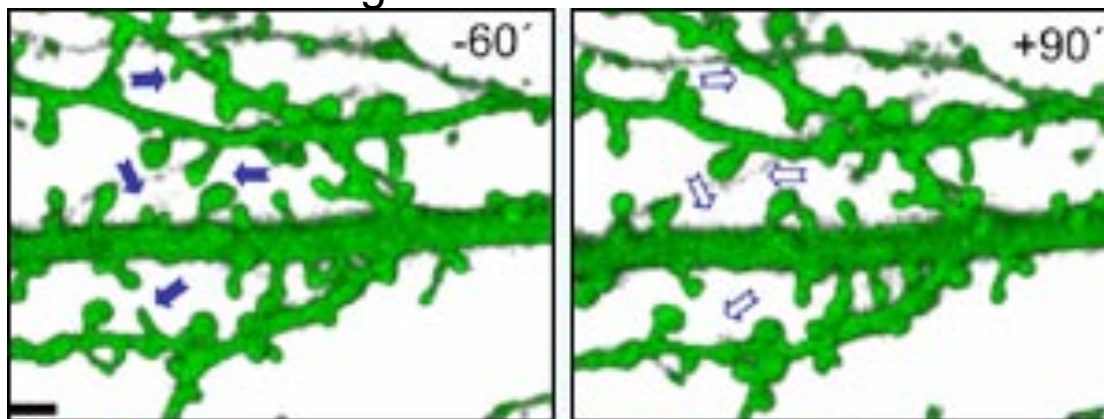


# Neuroplastizität

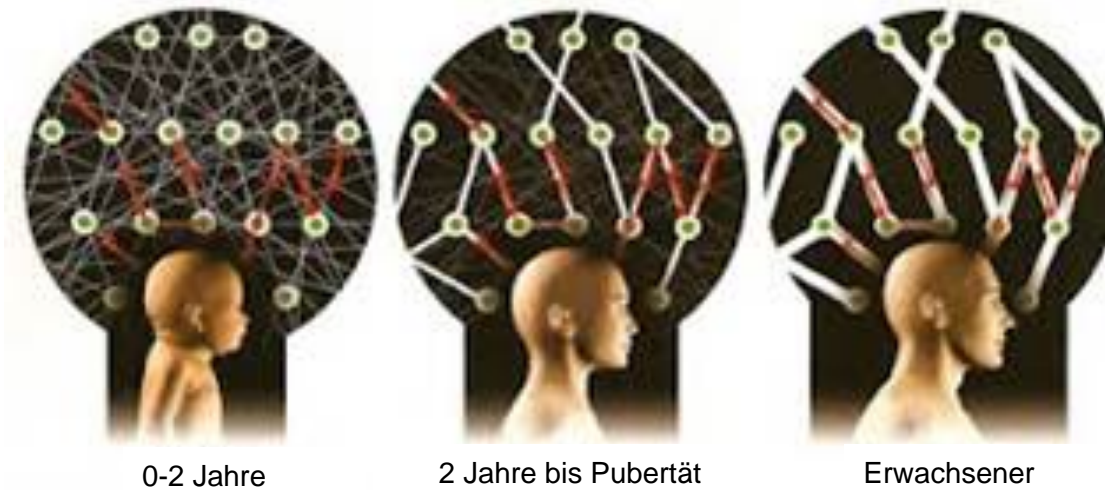
Wachstum von Dendriten



Rückentwicklung von Dendriten



# Neuroplastizität - Vernetzung



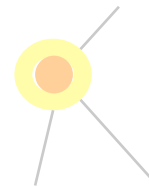
0-2 Jahre

2 Jahre bis Pubertät

Erwachsener



**Elektrische Impulse**  
z.B. durch Sinneseindrücke



**Nervenzellen**  
mit Verbindungen

## Studien zum Thema Neuroplastizität

- Professionelle Klavierspieler: größere Gehirnregionen für das Hören von Klaviertönen [*Pantev et al., 1998*]
- Londoner Taxifahrer: vergrößerte Gehirnregion zuständig für räumliche Orientierung [*Maguire et al. 2000*]
- Junge Jongleure: vergrößerte Gehirnregionen für Auge-Hand-Koordination nach drei Monaten Übung [*Draganski et al., 2004*]

# Neuroplastizität

- Das Gehirn ist plastisch
- Übung, Erfahrung, Umwelt verändern das Gehirn
- Das Gehirn lernt immer
- „Man wird, was man tut.“ - „Use it or loose it.“

→ Lernen braucht viele Wiederholungen. Besonders Bewegungslernen.

- Rapide Abnahme im 2. Lebensjahrzehnt
- v.a. in der Kindheit ist das Gehirn besonders anpassungs- und damit lernfähig
- „Man ist, was man tat.“ - „Was Hänschen (nicht) lernt...“

→ Früh beginnen. Besonders Sportarten für Körpergefühl, -kontrolle.



# Bedingungsfaktoren erfolgreichen Lernens

Das Gehirn nimmt Informationen auf und verarbeitet sie besonders gut, wenn:

- sie bedeutsam sind
- sie sinnvoll sind
- sie verknüpfbar sind mit Vorerfahrungen

→ Lernen ist ein individueller Prozess!

# Orientierung an Bedürfnissen

Erleben von Kompetenz,  
**Erfolgreich sein**



Erleben von Autonomie,  
**Eigenständig sein**



Erleben von Zugehörigkeit,  
**Eingebunden sein**



# Bedeutsamkeit

Lernen braucht:

- Emotionale Beteiligung
- Persönliche Bedeutung
- Mehr als nur Reizdarbietung

Das Panini-Prinzip



# Bedeutsamkeit

Zu Lernendes muss bedeutsam sein.



Gesagt ist noch nicht gehört,  
gehört ist noch nicht verstanden.

# Emotionale Beteiligung

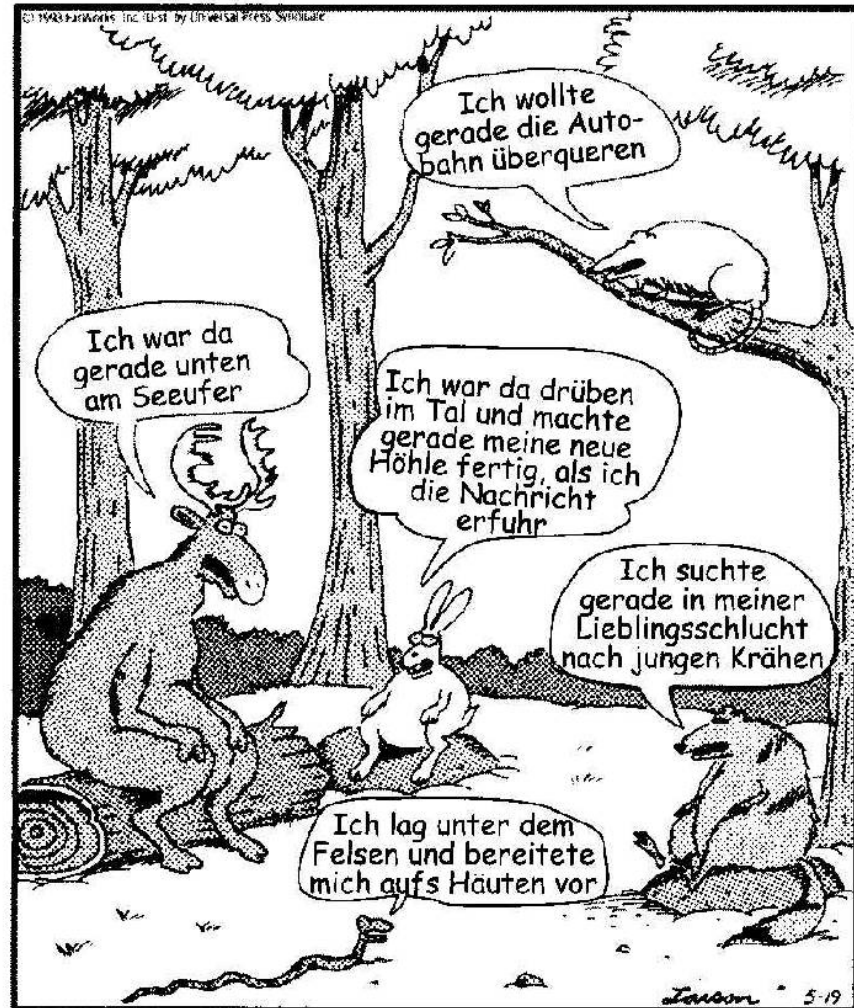
- 10 Millionen Lottogewinn
- 10 Millionen Lottogewinn in Hessen
- 10 Millionen Lottogewinn in Hessen, Frankfurt
- 10 Millionen Lottogewinn in Hessen, Gießen, Teilnehmer des DGV-Coaches-Circle



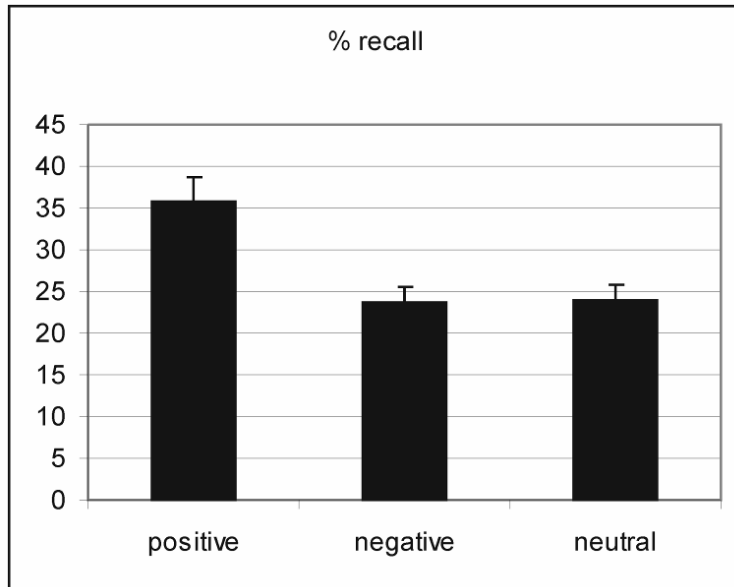


## Emotionale Beteiligung

Noch ein paar Fakten über die Natur: Bis heute erinnern sich alle Tiere des Waldes daran, wo sie gerade waren und was sie taten als sie hörten, dass Bambis Mutter abgeschossen wurde.



# Emotionale Beteiligung

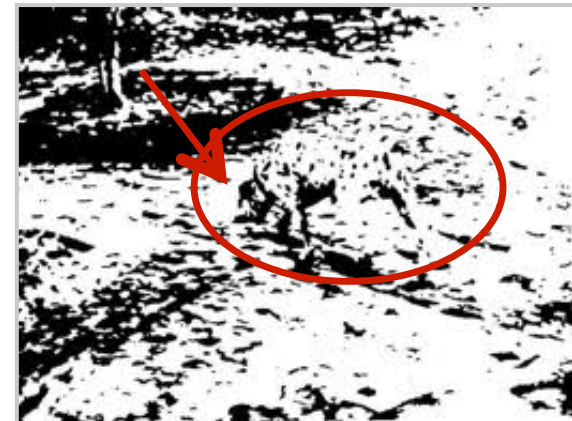


- Die Emotionen spielen beim Lernen eine wesentliche Rolle
- Angst verhindert Flexibilität und Kreativität
- Mit positiven Emotionen und angstfrei lernen
- Positives Lern- und Wettkampfklima schaffen

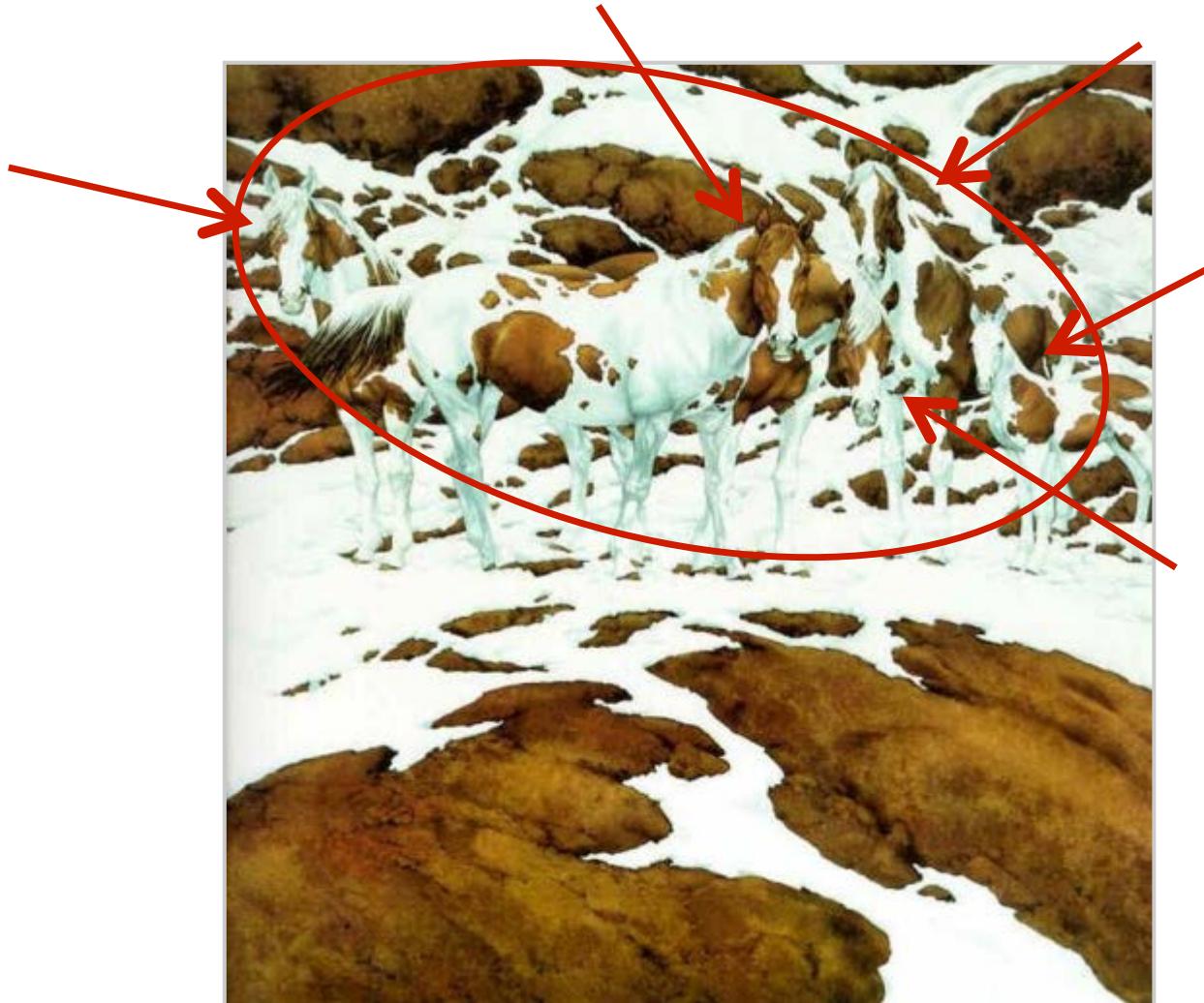
## (Vor-)Erfahrungen

Lernen braucht:

- Viele Gelegenheiten, Erfahrungen zu sammeln  
→ Neue Spuren legen, neue Verbindungen schaffen
- Anknüpfungspunkte an vorhandenes Wissen  
→ Spuren vertiefen, Vernetzung stärken

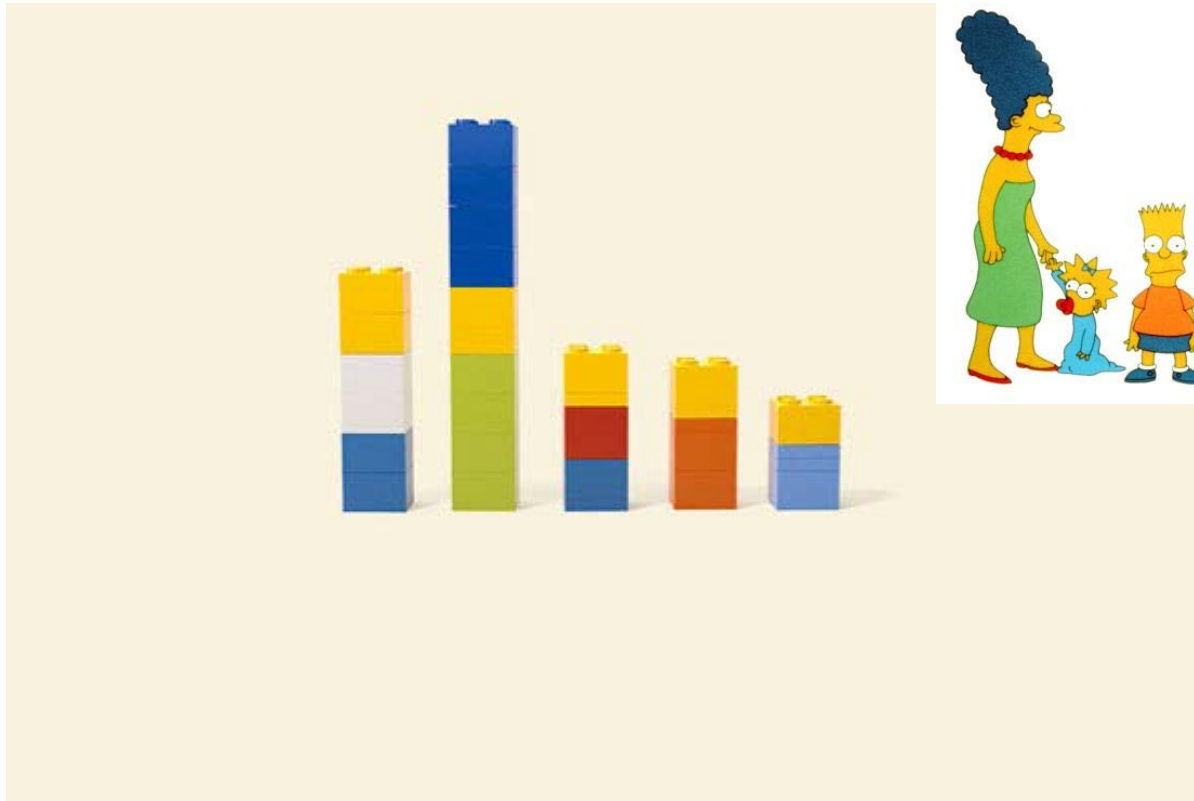


## Was sehen Sie?



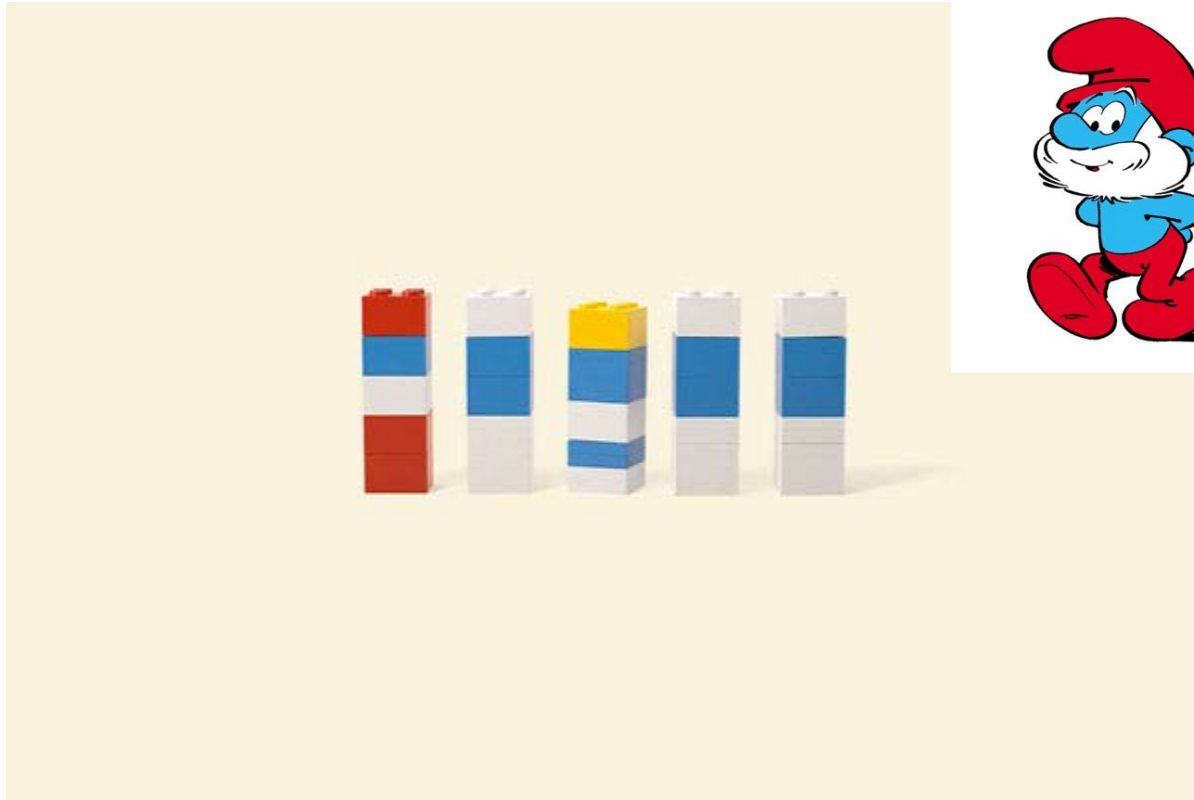


# Was ist das?

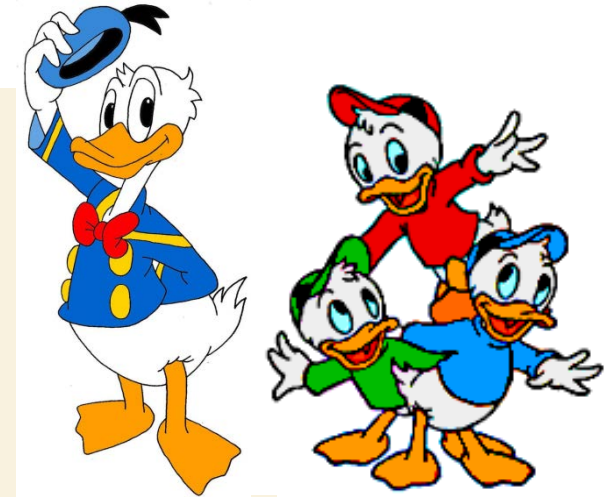
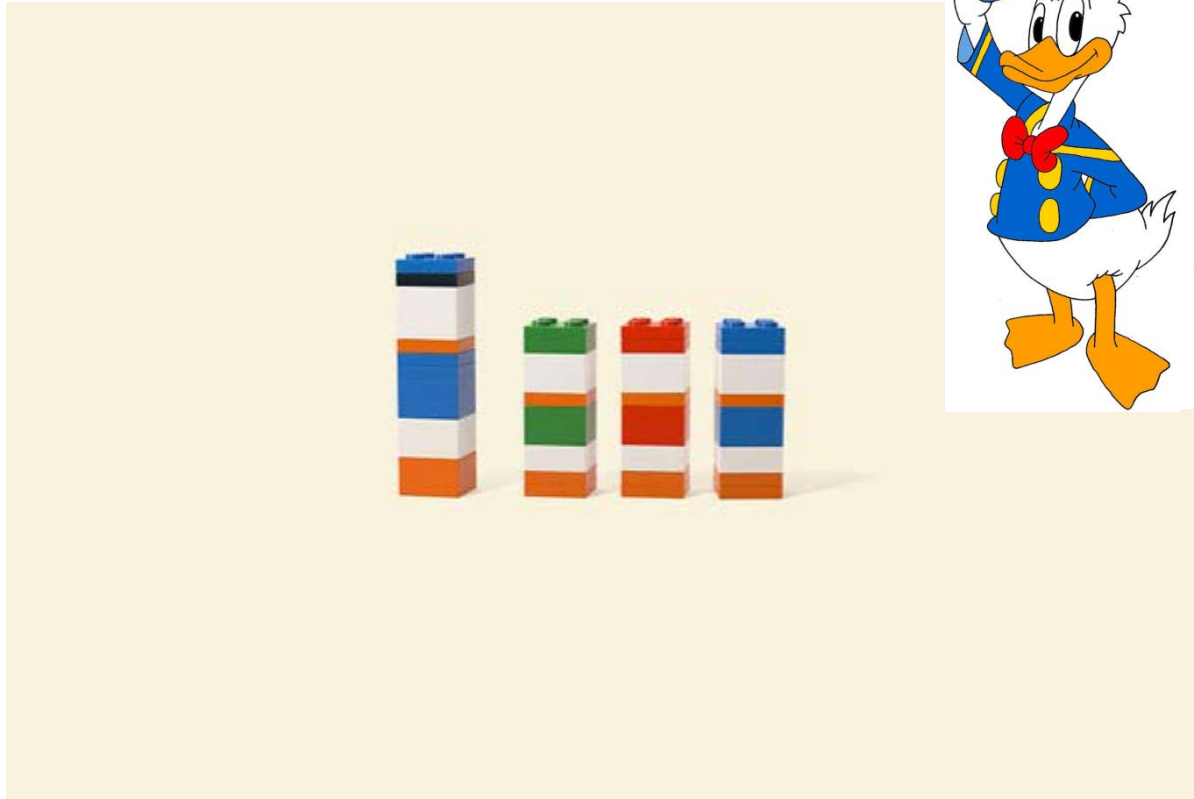




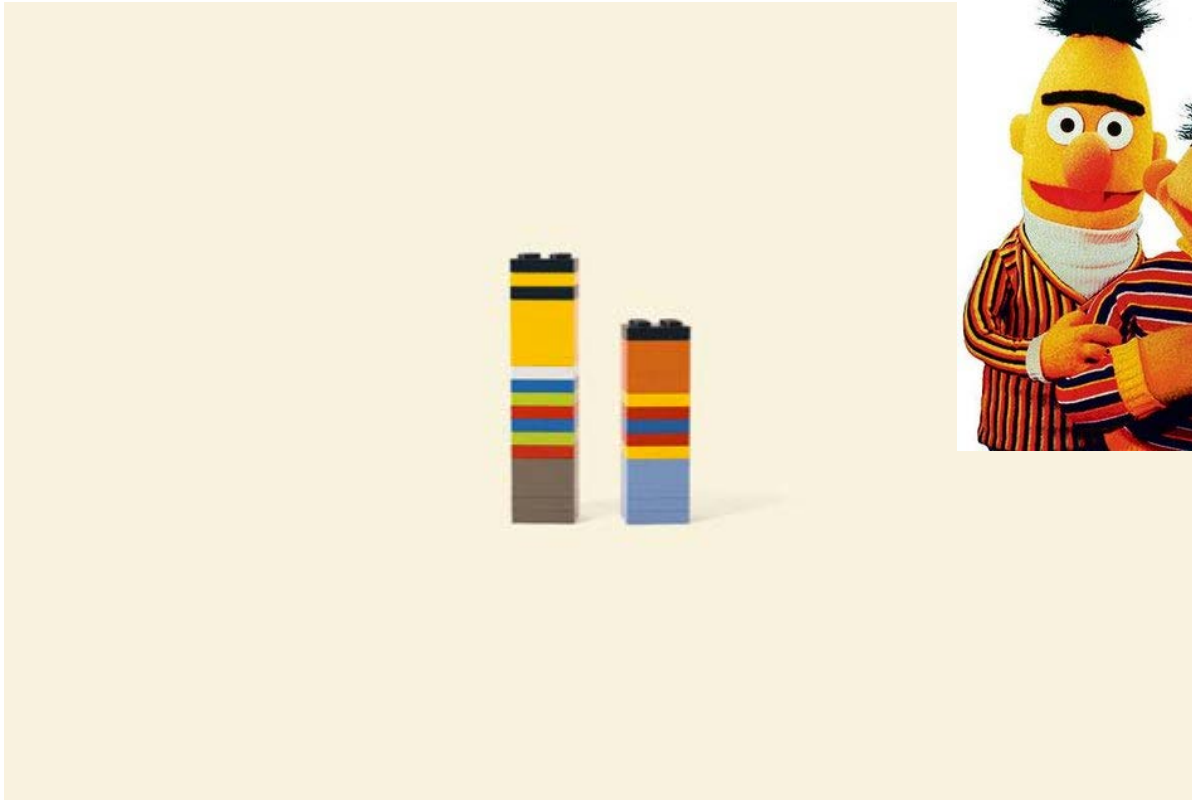
# Was ist das?



# Was ist das?



# Was ist das?



# Was ist das?



## Lesen – mal anders

Laut einer Studie der Cambridge University spielt es keine Rolle, in welcher Reihenfolge die Buchstaben in einem Wort vorkommen, die einzig wichtige Sache ist, dass der erste und der letzte Buchstaben stimmen. Der Rest kann in einem völlig anderen Reihenfolge sein und kann trotzdem problemlos gelesen werden.



## Lesen – mal anders

While reading, our brain does a great job. For correct understanding of a text the letter of the words can be normally mixed up. One can understand the text almost without any problems if the first and last letter are in their original positions. Of course, the texts are becoming more complicated and harder to read the longer the words are.

## Lesen – mal anders

D1353 M1TT31LUNG Z31GT D1R, ZU  
 W3LCH3N GRO554RT1G3N L315TUNG3N  
 UN53R G3H1RN F43H1G 15T! 4M  
 4NF4NG W4R 35 51CH3R NOCH  
 5CHW3R, D45 ZU L353N, 483R  
 M1TTL3W31L3 K4NN5T DU D45  
 W4HR5CH31NL1ICH 5CHON G4NZ GUT  
 L353N, OHN3 D455 35 D1CH W1RKL1CH  
 4N5TR3NGT. D45 L315T3T D31N G3H1RN  
 M1T 531N3R 3NORM3N L3RNF43HIGKEIT.  
 8331NDRUCK3ND, OD3R?

## (Vor-)Erfahrungen

- An Bekanntes anknüpfen, Vorwissen aktivieren.
- „Wer hat, dem wird gegeben.“

→ Methodische Prinzipien:

Vom Leichten zum Schweren.

Vom Bekannten zum Unbekannten.

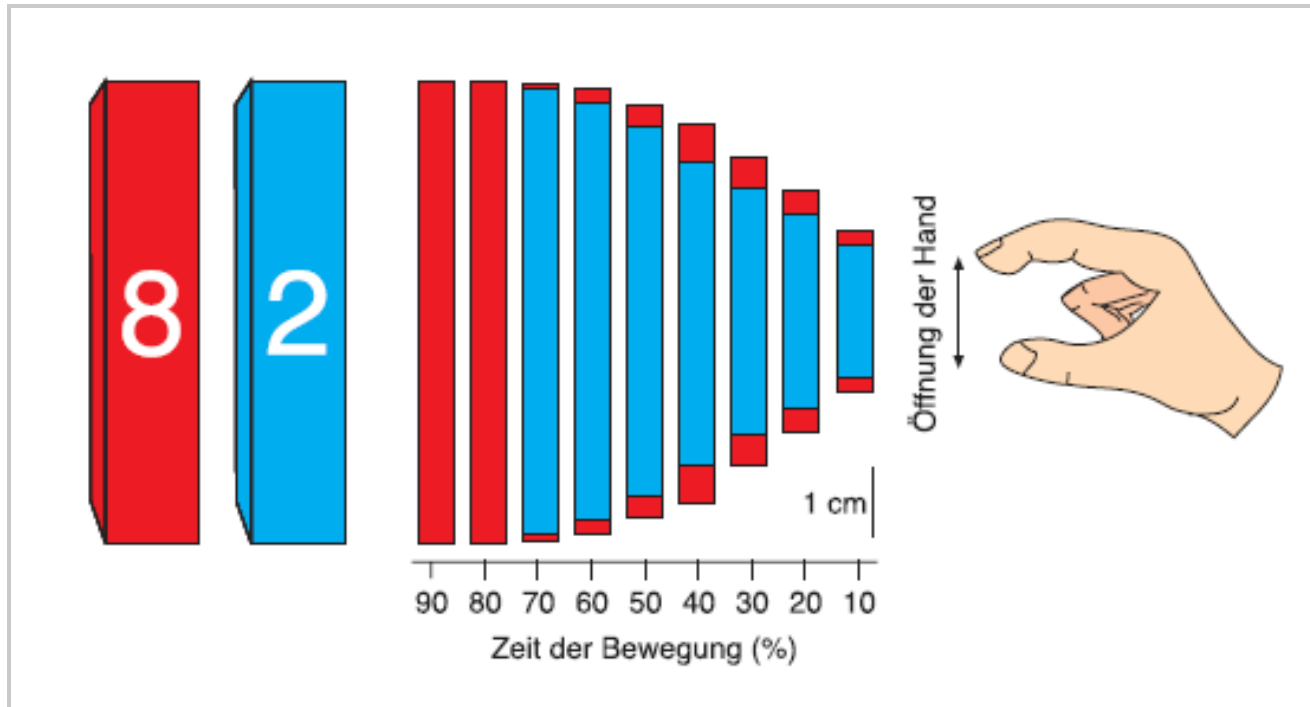
Vom Einfachem zum Komplexen.

# Inhalt

1. Grundlagen des Lernens und die Bedeutung für den Sport

**2. Exekutive Funktionen und Selbstregulation:  
Auswirkungen auf den Sport und Wirkungen von Sport**

# Be - greifen



## Was können / haben erfolgreiche Athleten?

- Erfolgreiche Athleten verfügen über bessere Fähigkeiten wie Antizipation, Mustererkennung, Entscheidungsfindung und Kreativität als weniger gute Athleten (Abernethy, 1990; McPherson, 1994; Kovac, 1996; Memmert 2011).
- Mit Disziplin, Engagement, Widerstandsfähigkeit und sozialer Unterstützung stehen die Chancen besser Profispieler zu werden (Holt & Dunn, 2004). Fleiß und Aufwand unterscheiden zwischen den besten und den „nur guten“ Spielern (Ward et al., 2007; Toering et al., 2009).
- Um Profispieler zu werden sind min. 10 Jahre Training notwendig. Der entscheidende Unterschied zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Athleten ist die Anzahl an Trainingsstunden (Simon & Chase, 1973; Baker & Côté, 2003).

→ **Faktoren von Exekutiven Funktionen und Selbstregulation**



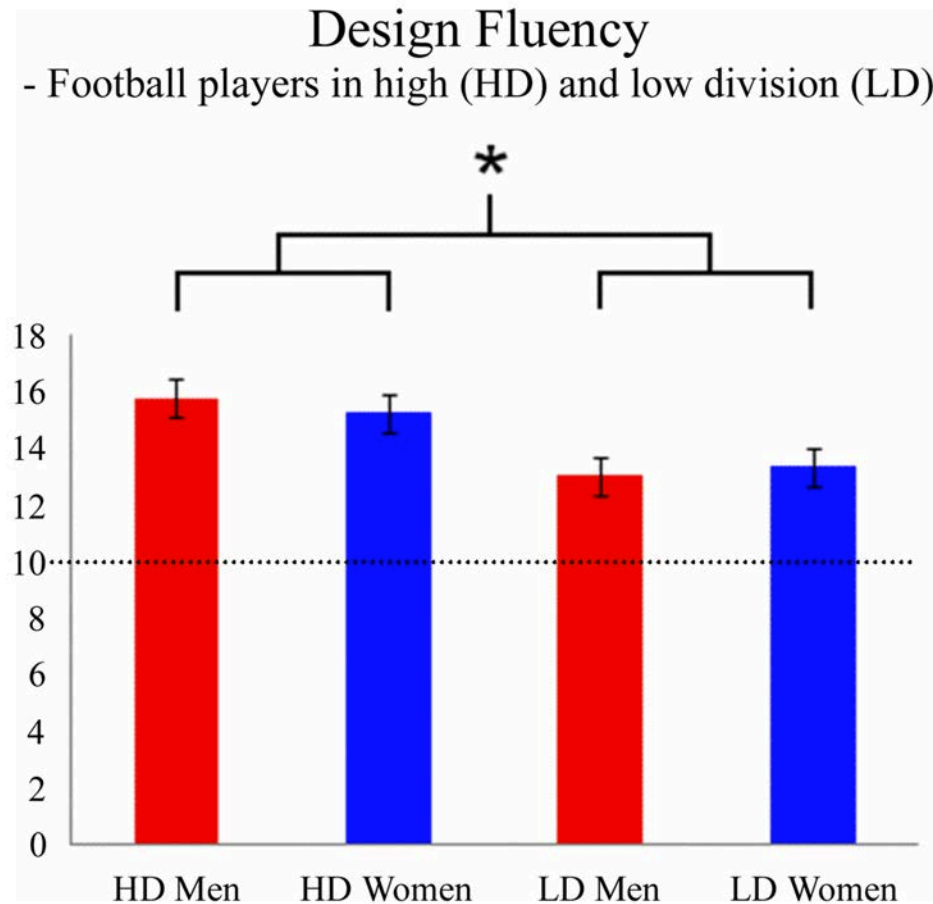
# Selbstregulation und sportliche Leistung

## Selbstregulation bei Profi-Volleyballern und Profi-Basketballern

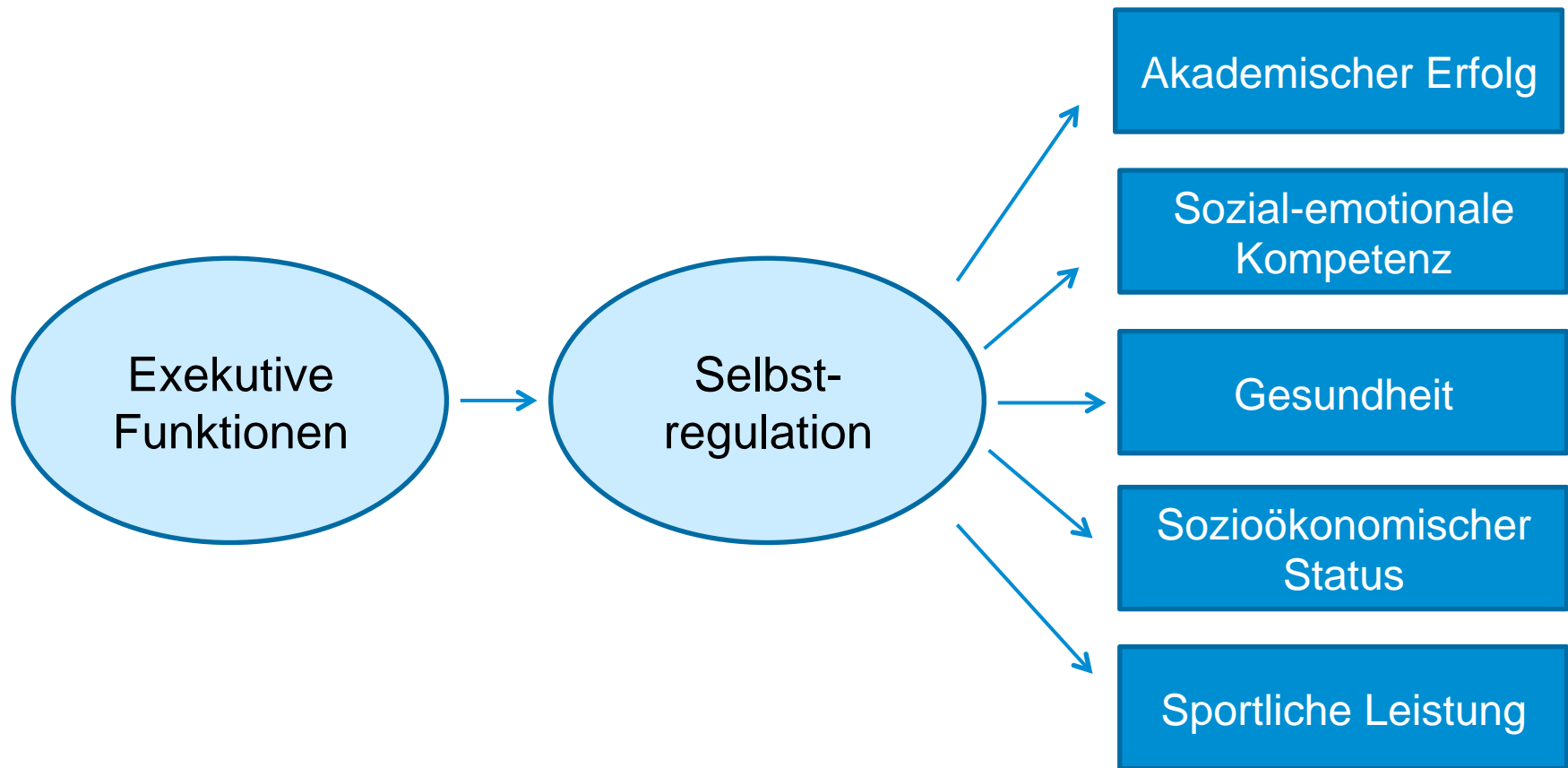
- Strukturiertere Planung des täglichen Trainings
- Bessere Selbststeuerung und Selbstreflexion
- Setzen von mehr spezifischen Zielen
- Mehr technisch orientierte Strategien
- Höheres Selbstvertrauen



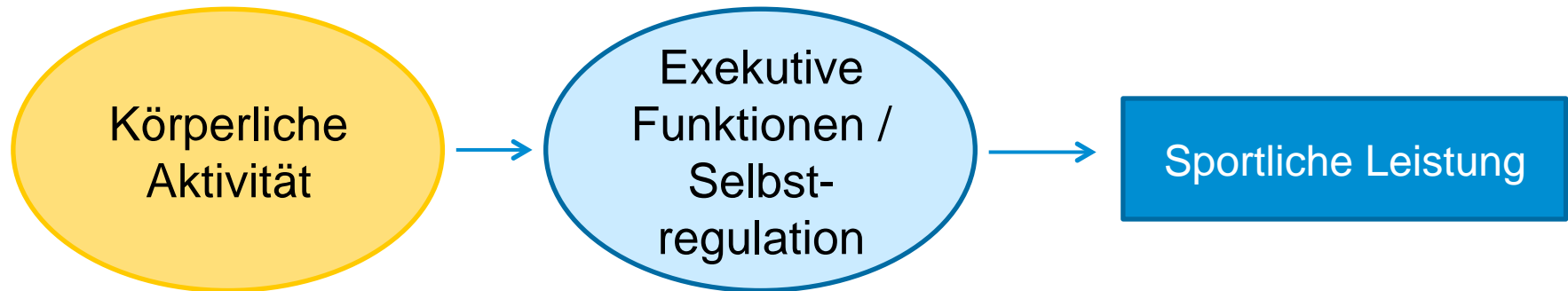
# Exekutive Funktionen sagen Sporterfolg voraus



# Exekutiven Funktionen



# Exekutiven Funktionen

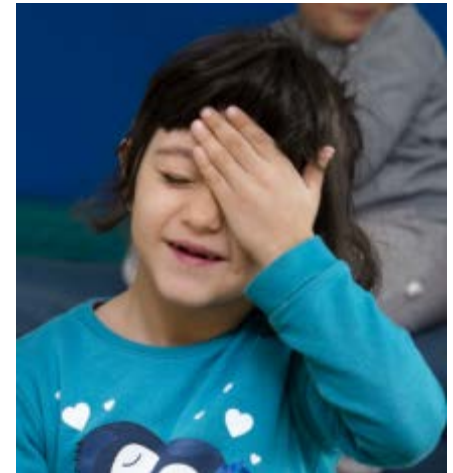


# Sitz des exekutiven Systems



Frontalhirn

**Frontalhirnfunktionen  
oder auch  
exekutive Funktionen  
(EF)**



Willenskraft

Sich im Griff haben

Selbstdisziplin

Mentale Stärke

Starker Willen

Selbstkontrolle

Selbstregulation

# Das exekutive System



- Als Einheit: Regulations-, Kontrollfunktionen für zielorientiertes, planvolles, situationsangepasstes Verhalten → Selbstregulation (Denken, Aufmerksamkeit, Gefühle, Verhalten)
- Erforderlich in neuen, herausfordernden Situationen (keine Automatismen, Handlungsrouinen)



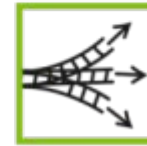
# Das exekutive System



Inhibition



Kognitive Flexibilität



Arbeitsgedächtnis:

- Informationen kurzzeitig speichern und weiter verarbeiten
- Unterstützt Handlungsplanung, Zielsetzung, Problemlösen

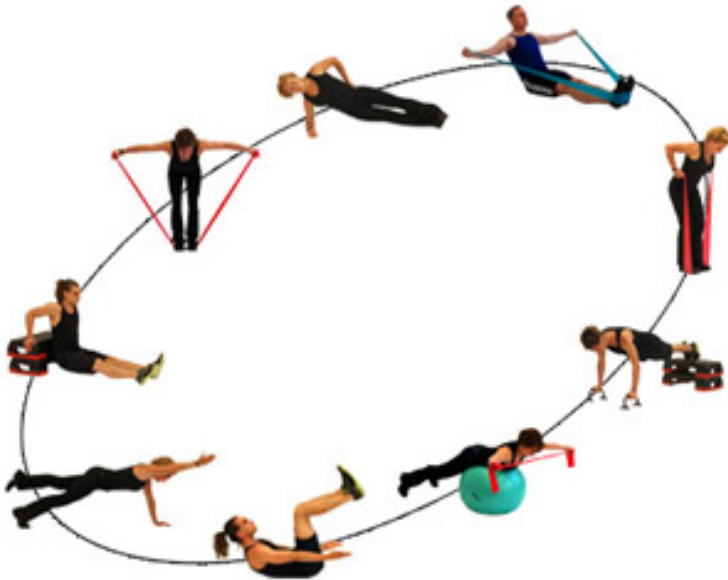
# Arbeitsgedächtnis-Test

## N-Back Task

Bitte rufen Sie immer „Jetzt“, wenn Sie 2 Folien zuvor genau die gleiche Abbildung gesehen haben



# Arbeitsgedächtnis im Sport



- Sich Kommandos und Regeln merken
- Strategisch denken, taktieren und planvoll handeln
- Verschiedene Lösungswege suchen und testen

# Das exekutive System

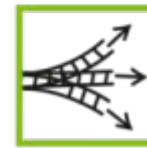
Arbeitsgedächtnis



Inhibition



Kognitive Flexibilität



Inhibition:

- Impulskontrolle, Emotionsregulation
- Aufmerksamkeitssteuerung, Fokussierung, Ausblenden von Störreizen

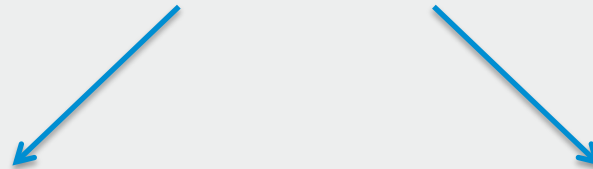
## Inhibition-Test

### Stroop Task

Farbe

grün

gelb



## Inhibition im Sport



- Impulse zurückhalten
- Handlungen abrupt abbrechen
- (Alte) Regeln ignorieren
- Aufmerksamkeit lenken
- Mit Sieg und Niederlage umgehen



# Das exekutive System

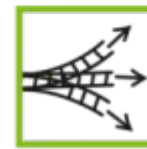
Arbeitsgedächtnis



Inhibition



Kognitive Flexibilität

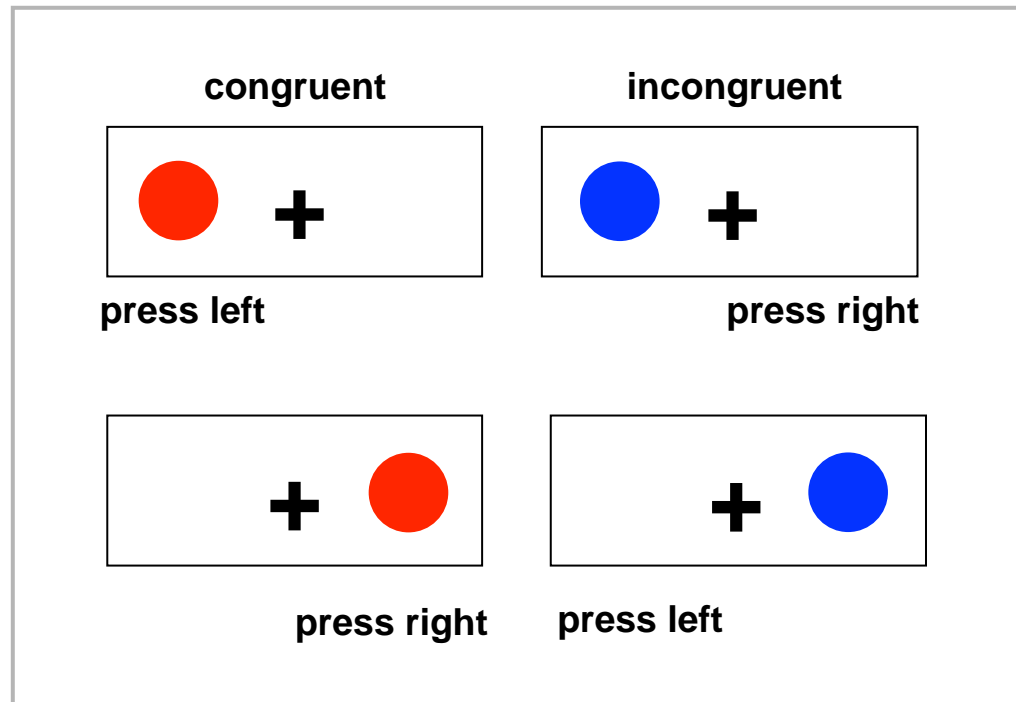


Kognitive Flexibilität:

- sich auf neue Situationen und Anforderungen einstellen
- Personen und Situationen aus anderen, neuen Perspektiven betrachten und zwischen diesen Perspektiven wechseln
- Alternativen abwägen, Prioritäten setzen, Entscheidungsfindung

# Kognitive Flexibilität-Test

## Dots Task



# Kognitive Flexibilität im Sport



- Mehrere Perspektiven berücksichtigen
- Sich auf Mitspieler, Partner einstellen
- Plötzliche Regeländerungen beachten
- Verhalten schnell anpassen bei Veränderungen

# Das exekutive System – Unser Steuermann

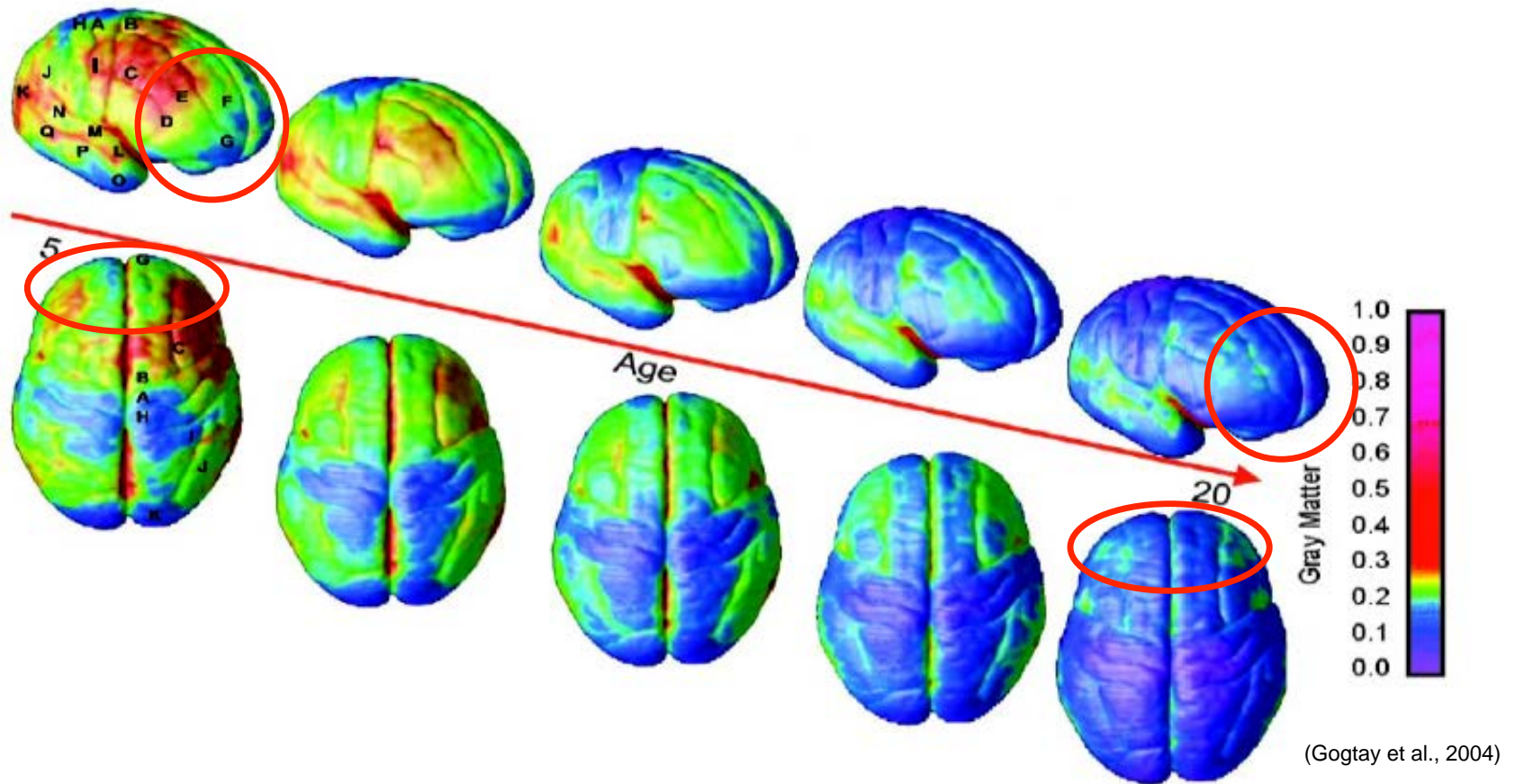
Steuerung von

- Denken
- Aufmerksamkeit
- Handeln
- Verhalten
- Emotionen

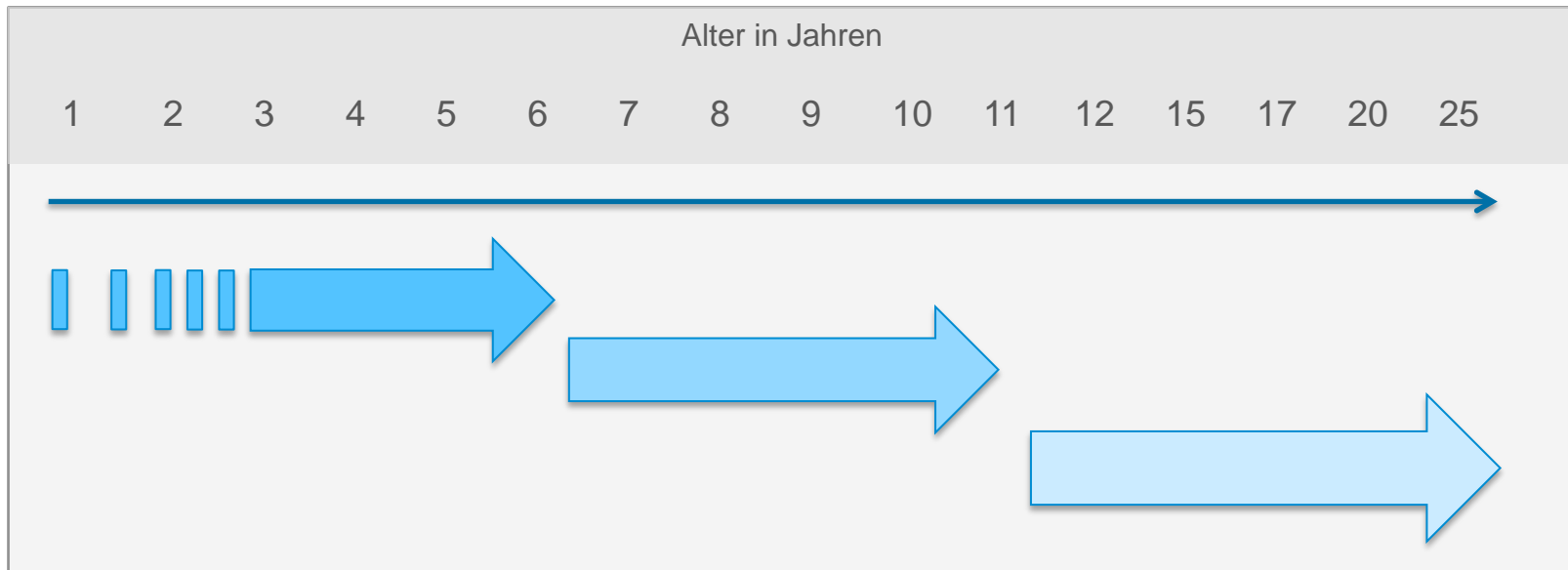


Das exekutive System / die Selbstregulation ist unser Steuermann, Dirigent oder Regisseur. Er hilft uns, das eigene Verhalten, Handeln und Denken zu steuern und unsere Gefühle im Griff zu haben.

# Entwicklung exekutiver Funktionen



# Entwicklung exekutiver Funktionen



- Besonders schneller Reifungsprozess der exekutive Funktionen zwischen 3 u. 6 Jahren
- Ab spätem Kindesalter langsamere Entwicklung
- In Pubertät erneute größere Umstrukturierungen: hormonell bedingt u. auch neue Rolle (Peers), Eigenverantwortung
- Ausgebildet Mitte, Ende 20 (aber zeitlebens förderbar)



# Körperliche Aktivität und exekutive Funktionen

**Physical fitness, but not acute exercise modulates event-related potential indices for executive control in healthy adolescents**  
Sarina Stroth<sup>a,b,c</sup>, Sabine Kubesch<sup>a</sup>, Katrin Dieterle<sup>a</sup>, Martin Ruchoux<sup>a</sup>, Rüdiger Heinze<sup>a</sup>, Marbus Kiegl<sup>a</sup>

**A 30-Minute Physical Education Program Improves Students' Executive Attention**  
Sabine Kubesch<sup>1</sup>, Laura Walk<sup>1</sup>, Manfred Spitzer<sup>2,3</sup>, Thomas Kammer<sup>2</sup>, Alyona Laitburg<sup>1</sup>, Rüdiger Heinze<sup>1</sup>, and Katrin Hillke<sup>1</sup>

**High impact running improves learning**  
Bernward Winter<sup>a,b,c</sup>, Caterina Breitenstein<sup>a,b,1</sup>, Frank C. Mooren<sup>c</sup>, Klaus Voelker<sup>d</sup>, Manfred Fobker<sup>e</sup>, Anja Lechtermann<sup>d</sup>, Karsten Krueger<sup>c</sup>, Albert Fromme<sup>d</sup>, Catharina Korsukewitz<sup>a</sup>, Agnes Floel<sup>a</sup>, Stefan Knecht<sup>a,b</sup>

**Motor activity level and behavioural control in young children**  
Darren W. Campbell, Warren O. Eaton, and Nancy A. McKeen  
University of Manitoba, Winnipeg, Canada

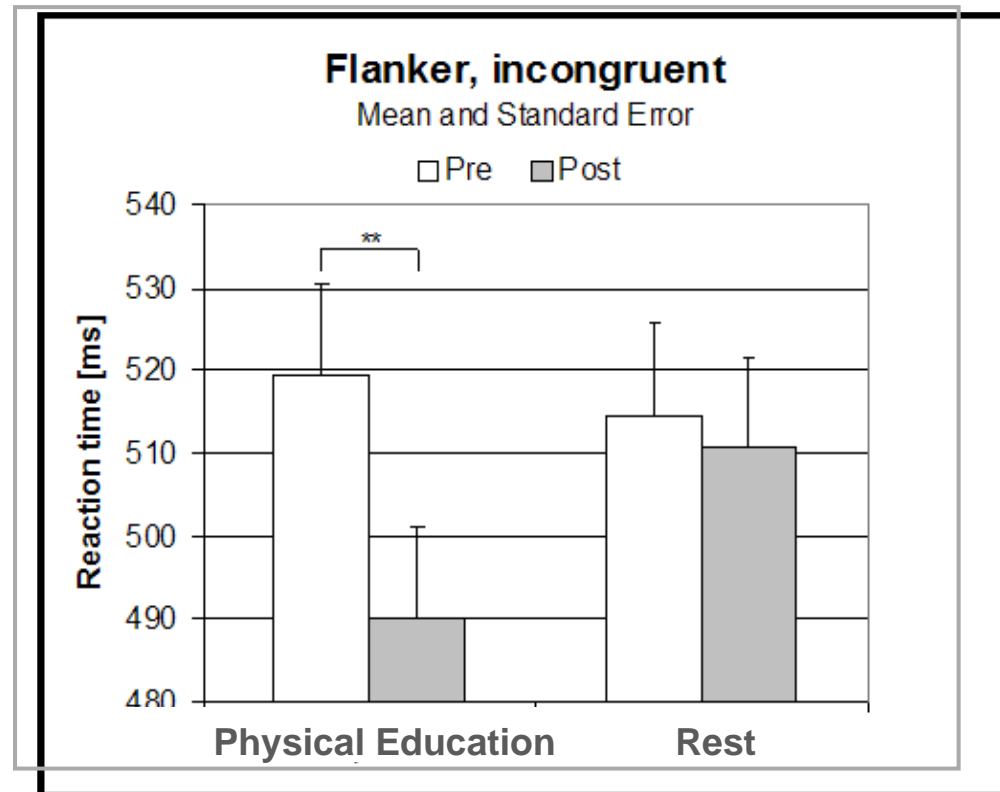
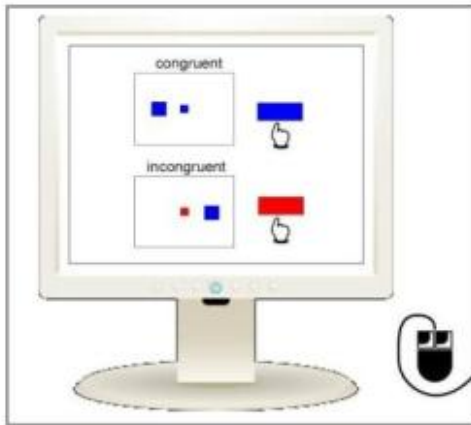
**Aerobic Fitness and Cognitive Development: Event-Related Brain Potential and Task Performance Indices of Executive Control in Preadolescent Children**  
Charles H. Hillman, Sarah M. Buck, Jason R. Thernanson, Matthew B. Pontifex, and Darla M. Castell  
University of Illinois at Urbana-Champaign

**THE EFFECT OF ACUTE TREADMILL WALKING ON COGNITIVE CONTROL AND ACADEMIC ACHIEVEMENT IN PREADOLESCENT CHILDREN**  
C. H. HILLMAN<sup>a</sup>, M. B. PONTIFEX<sup>a</sup>, L. B. RAINE<sup>a</sup>, D. M. CASTELL<sup>a</sup>, E. E. HALL<sup>b</sup> AND A. F. KRAMER<sup>c</sup>

**Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents**  
Henning Budde<sup>a,b</sup>, Claudia Voelcker-Rehage<sup>b</sup>, Sascha PietraByk-Kendziorra<sup>a</sup>, Pedro Ribeiro<sup>c</sup>, Günter Tidow<sup>a</sup>

Allgemeine körperliche Fitness, Koordinative Bewegungen, Ausdauerbetonte und intensive Belastung, Exploratives Bewegungsverhalten fördern EF

# Effekte von Bewegung und Sport



→ Sport verbessert die Fähigkeit, Störreize ausblenden zu können



# Warum wirken sich Sport und Bewegung positiv auf Exekutive Funktionen aus?

## Drei Prozesse

- Physiologische Veränderungen im Gehirn
- Kognitiver Anspruch komplexer Bewegungsausführung
- Kognitiver Anspruch zielgerichteter sportlicher Aktivität



# Bewegung formt das Gehirn – aber wie?

## Physiologische Veränderungen im Gehirn

- Verbesserung der regionalen Gehirndurchblutung
- Förderung der Plastizität und Neubildung von Nervenzellen durch Steigerung von Wachstumsfaktoren (BDNF)
- Optimierung der Produktion von Botenstoffen (Neurotransmitter)

⇒ Körperliche Aktivität wirkt sich positiv auf neurobiologische Prozesse aus und fördert kognitive Prozesse und die exekutiven Funktionen und Selbstregulation!

# Kognitiver Anspruch komplexer Bewegungsausführung

- Komplexe Bewegungen benötigen kognitive Beteiligung im Gegensatz zu einfachen Bewegungen (Laufen, Fahrradfahren,...)
  - Nicht-Routinierte Handlungsabläufe müssen bewusst kontrolliert und überwacht werden
  - Bewegungsaufgaben mit kognitiver Komponente müssen gut gesteuert werden
- Exekutive Funktionen werden gefordert und dadurch gefördert!



# Kognitiver Anspruch zielgerichteter Aktivitäten

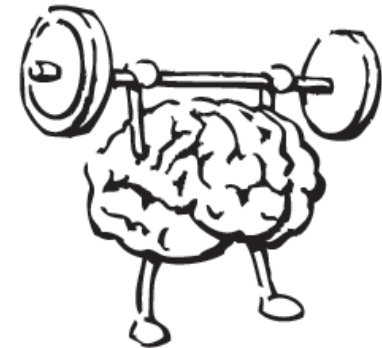
- Sportliche Aktivitäten in Gruppen / Teams erfordern u. a.
    - Kooperation mit Mitspielern
    - Antizipation von Bewegungsverhalten von Partnern, Mitspielern und Gegnern
    - Umsetzung von Spielstrategien, Abläufen
    - Anpassung an plötzliche Veränderungen
    - Schnelle Entscheidungsfindung
  - Bewegungsverhalten muss ständig geplant, reflektiert, angepasst werden
- Exekutive Funktionen werden gefordert und dadurch gefördert!





## Exekutive Funktionen unterstützen

- „Lernsituationen“ mit positiven Emotionen verknüpfen.
- Herausforderungen schaffen, weder über- noch unterfordern.
- Schwierigkeitsstufen zunehmend steigern.
- Möglichst ganzheitlich.
- In sozialen Interaktionen üben.
- Viele Gelegenheiten zum „Üben“ bieten.
- Möglichst früh beginnen.





# Zusammenfassung

Neurowissenschaft	Trainingskonsequenzen
Neuroplastizität	Viele Wiederholungen
Abnahme der Plastizität	Früh beginnen
Das Gehirn lernt immer	Implizite Lernsituationen ermöglichen
(Vor-)wissen	An Bekanntes anknüpfen
Beteiligung von Emotionen	Positives Lernklima schaffen, angstfrei Lernen
Exekutive Funktionen / Selbstregulation	Implizit und explizit fördern

**Vielen Dank.**

[laura.walk@znl-ulm.de](mailto:laura.walk@znl-ulm.de)

[www.znl-ulm.de](http://www.znl-ulm.de)