



# Zusammenhang von Bewegung und Kognition

Prof. Dr. Christian Andrä  
Fachgespräch „Bewegungsförderung im Kinder- und Jugendalter“ am 28. Februar 2024

# Gliederung

- Reifung und Entwicklung des Gehirns
- Sinnvoller lernen
- chronische Effekte von Bewegung auf die Kognition
- akute Effekte von Bewegung auf die Kognition
- exekutiven Funktionen
- Handlungsempfehlungen

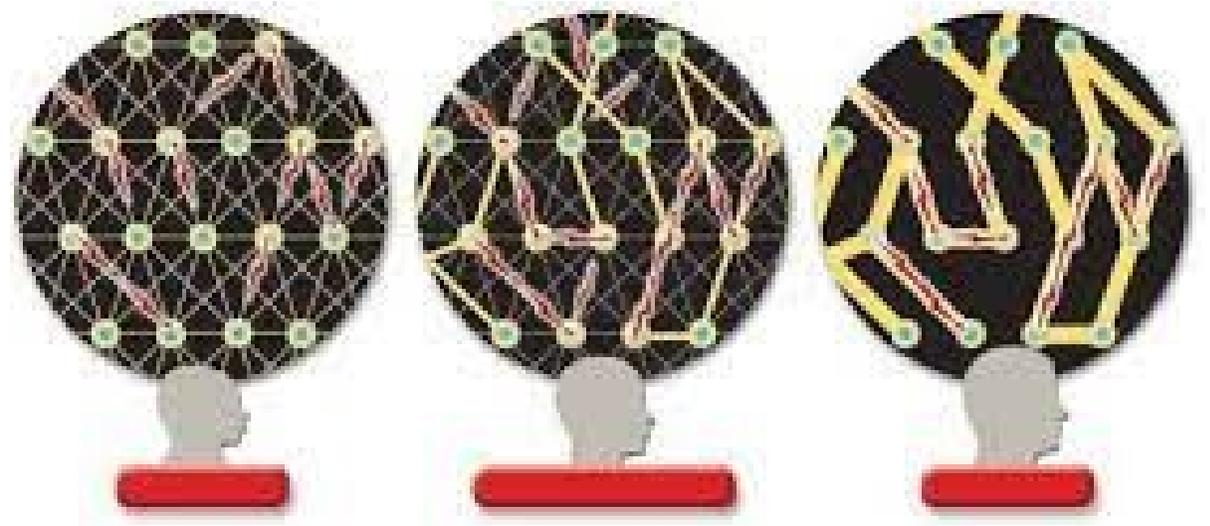
# Reifung und Entwicklung des Gehirns

- Neugeborene:  $10^{12}$  bis  $10^{16}$  Neuronen
- Erwachsene: 50% der Neuronen eines Neugeborenen

synapsen entwickeln sich...

- ...bis zum fünften Lebensjahr zu 50 %,
- ...bis zum siebten Lebensjahr zu 70 %
- ...und bis zum zwölften Lebensjahr zu 95 %.

Die Gehirnentwicklung ist in den ersten Lebensjahren am intensivsten, wenn sich die Neuronen zu neuronalen Netzen mit Verbindungen zusammenschließen.



**0 bis 2 Jahre**

**2 Jahre bis Pubertät**

**Erwachsener**

[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT\\_1Plp-VDjZVIVTTOUdHjsfq5p8y5NbcY\\_HFy8KqDwGlyf8CUG4WrKpKdvNI3hShiDZM&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT_1Plp-VDjZVIVTTOUdHjsfq5p8y5NbcY_HFy8KqDwGlyf8CUG4WrKpKdvNI3hShiDZM&usqp=CAU) (Zugriff am 26.02.2024)

# Zusammenhang von Bewegung und Kognition

## (aus Übersichtsarbeiten)

- signifikanter positiver Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiver Leistungsfähigkeit bei Kindern (Sibley & Etnier, 2003)
- körperliche Bewegung kann die kognitiven Funktionen im Zusammenhang mit dem Lernen fördern und die schulischen Leistungen verbessern (Hapala, 2012)
- körperliche Aktivität wirkt sich positiv auf die kognitive Entwicklung in der frühen Kindheit aus (Carson et al., 2016)
- sportliche Betätigung in der späten Kindheit beeinflusst kognitive und emotionale Funktionen positiv (Bidzan-Bluma et al., 2018)
- körperliche Aktivität fördert die kognitive Leistungsfähigkeit in frühen und späten Lebensphasen und in bestimmten Bevölkerungsgruppen mit kognitiven Defiziten (Erickson et al., 2018)
- positive Zusammenhänge zwischen feinmotorischen Fähigkeiten, insbesondere der feinmotorischen Koordination und der visuomotorischen Integration, und mathematischen Leistungen (Flores et al., 2023)

# Exkurs: Grafomotorik



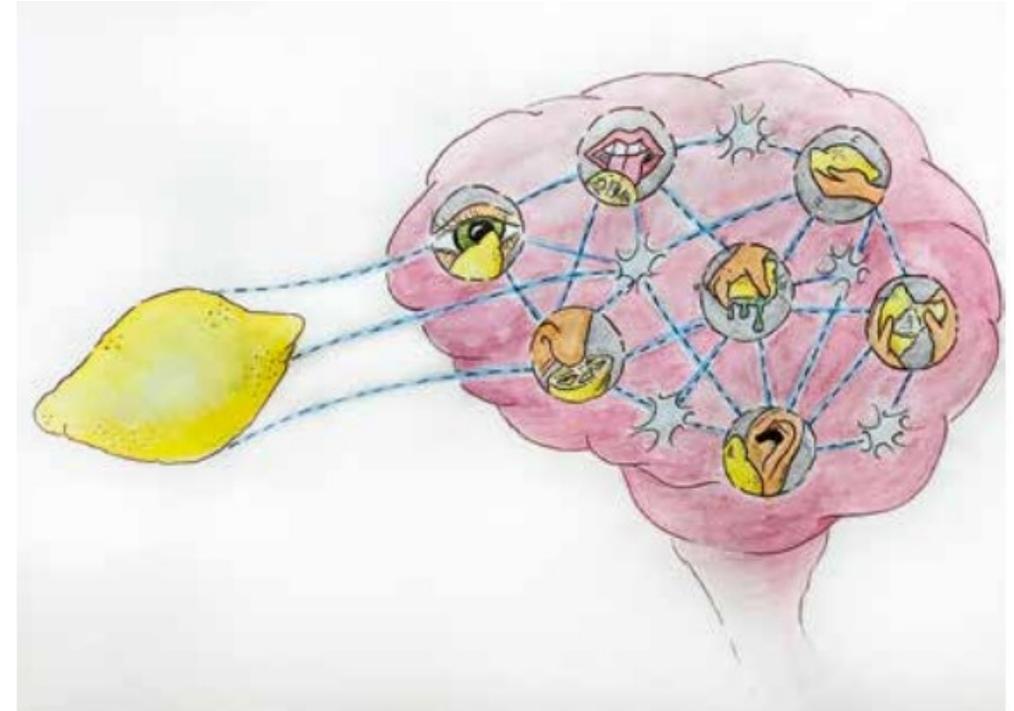
- Grafomotorik/Feinmotorik mit einer Vielzahl an benötigten Aspekten (z.B. Beweglichkeit der Gelenke, Präzision, Kraftdosierung, taktile Wahrnehmung, Auge-Hand-Koordination, Raumorientierung ...)
- „mit der Hand schreiben“ hinterlässt motorische Gedächtnisspuren (Repräsentation der Buchstaben im Gehirn), die bei der Wahrnehmung (z.B. beim Lesen) der Buchstaben aktiviert sind  
→ großer Vorteil gegenüber dem „Tastentippen“ auf digitalen Geräten (keine nützliche Gedächtnisspur)  
(Longcamp, Hlushchuk & Hari, 2011; Longcamp et al., 2008; Longcamp, Zerbato-Poudou & Velay, 2005)
- Vorschulkinder zeigen höhere motorische und visuelle kortikale Reaktionen, bei Buchstaben, die sie kürzlich schreiben gelernt haben, als bei Buchstaben, die sie nur visuell kennen gelernt haben  
(Kersey & James, 2013; James, 2010)

# Sinnvoller Lernen

Je mehr Sinne im Lehr- und Lernvorgang integriert werden, desto wahrscheinlicher ist die Chance, dass der Lernstoff verstanden und langfristig abgespeichert wird.

→ Multisensorische Lerntheorie (Shams & Seitz, 2008)

- hohe Bedeutung haptischer Erfahrungen, gerade für ein dauerhaftes Abspeichern im Gehirn (z.B. Hutmacher & Kuhbandner, 2018).



(Andrä & Kowalzik, 2023, S. 166)

Lernen mit Gesten besser als Lernen ohne Anreicherung, 2 Tage bis 6 Monate nach dem Vokabeltraining

- bei Grundschulkindern, in der 2. und 3. Klasse (Andrä et al., 2020)
- bei Gymnasiast:innen, in der 6. und 8. Klasse (Mathias et al., 2022)
- bei Erwachsenen (Andrä et al., in prep.)
- bei Kitakindern (Mathias et al., in prep.)

→ die Wirkung von Bildern prinzipiell nicht schlechter

# Gehirnentwicklung – was sollten Kinder tun & lernen



## Frontallappen – konkretes Denken

- Objekte sortieren und kategorisieren
- Probleme lösen
- Frustrationstoleranz üben
- Muster wahrnehmen

## Präfrontaler Cortex

- Wahlmöglichkeiten haben
- über Pläne sprechen
- Ziele formulieren
- Arbeitsschritte gestalten

## Temporallappen und Limbisches System

- einheitliche klare Kommunikation
- Liebe geben/erfahren
- Freude erleben
- über Emotionen sprechen
- Gefühle ausdrücken

## Parietallappen – Sprache

- sprechen, singen, vorlesen
- zuhören und antworten
- Geschichten und Songs wiederholen, gießen, fallen
- Merkfähigkeit trainieren
- schließen...

## Parietallappen – Berührungen

- berühren, umarmen, Hand halten, massieren
- viele Dinge manipulieren
- feinmotorische Aufgaben: ziehen, drücken, lassen, auflesen, drehen, verdrehen, öffnen,

## Okzipitallappen

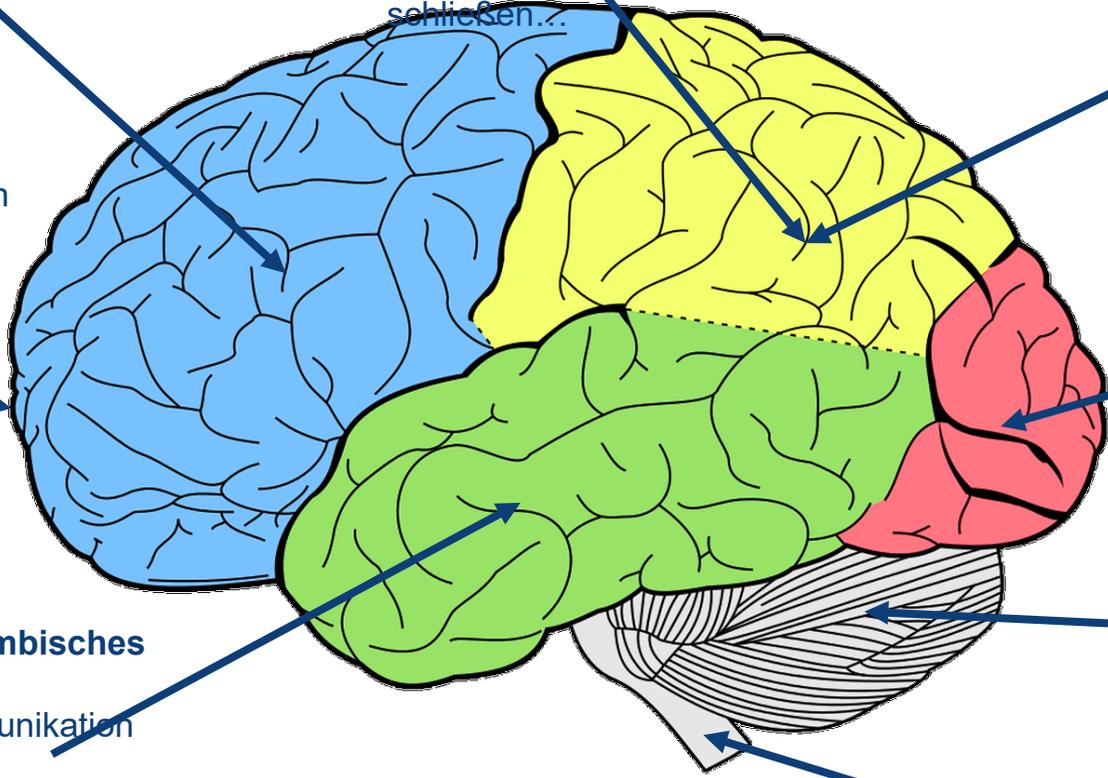
- interessante Umgebungen betrachten
- Spiele spielen, bei denen die Augen Dingen folgen müssen
- viel Zeit draußen verbringen, um Abstandssehen zu ermöglichen

## Kleinhirn

- viel bewegen!!!
- zahlreiche verschiedene Plätze für Bewegung suchen
- tanzen, wackeln, rollen, springen...
- Risiken zulassen/fördern

## Hirnstamm

- sich wohl, sicher und geborgen fühlen



# Vorteile von Bewegung beim Lernen

ergonomisch

physiologisch

sicherheits-  
erzieherisch

gesundheits-  
erzieherisch

entwicklungs-  
theoretisch

anthropologisc  
h

lern-  
psychologisch

lebensweltlich



# Vorteile von Bewegung beim Lernen



Wenn das Grundbedürfnis des Menschen nach Bewegung nicht erfüllt ist, ist er in seiner Entwicklung beschränkt. Bewegtes Lernen erreicht die so wichtige Resonanz von Kopf, Herz und Hand. Sinnbildlich steht die Hand für die Ebene der Sensomotorik (alle Sinnes- und Bewegungsorgane), das Herz für die Ebene der Affekte (Kultur- und Sozialcharakter) und der Kopf für die Ebene der Kognition (Individualcharakter) (Reheis, 2008). Die Ansprache aller drei Ebenen ist eine wichtige Voraussetzung, um das Entwicklungs- und Lernpotenzial auszuschöpfen.

(Andrä, 2023, S.49)

# Langfristige Effekte von Bewegung (Fitness)

- **Fitness** fördert höhere zerebrale Flexibilität bzw. kognitive Kontrolle; Fitness hängt mit der Fähigkeit zusammen neuronale Prozesse den gestellten Anforderungen anzupassen (Chaddock et al., 2012)
- **Fitte Kinder** sind fähig, eine größere Menge von Aufmerksamkeitsressourcen bei Umweltreizen aufzubringen und Prozessinformationen schneller zu verarbeiten  
Weniger fitte Kinder offenbaren eine verminderte Genauigkeit bei einem Anstieg der Schwierigkeit der Aufgabe (Hillmann et al., 2011)
- **Fitte Kinder:** effizientes Arbeiten, weniger Hirnaktivität und bessere Leistung  
**Fitte Kinder:** mehr proaktive kognitive Kontrolle; weniger fit: mehr reaktiv (Voss et al., 2011)
- Weniger fitte Kinder weisen eine verminderte Fähigkeit auf, aufmerksamkeitsrelevante Ressourcen aufrecht zu erhalten; brauchen länger um verschiedene Stimuli zu klassifizieren und zu verarbeiten (Pontifex et al., 2011)
- Kinder mit höherer kardiovaskulärer Fitness bessere Leistungen in den neurokognitiven Funktionskomponenten Informationsverarbeitung und -kontrolle, visuell-räumliches Arbeitsgedächtnis und Aufmerksamkeitseffizienz (Meijer et al., 2021)
- muskuläre Fitness bedeutend für die kognitive Gesundheit (Arbeitsgedächtnis und akademische Leistungen) in der Vorpubertät (Kao et al., 2017)

# Kleiner Exkurs: Effekte der Bewegten Schule

- Erhöhte zerebrale Oxygenierung bei Schüler:innen mit traditionellem Schulalltag bei vergleichbarer Leistung (Andrä, 2013)
  - Vermutung: „Bewegte Schüler:innen“ mit mehr Reserven  
→ neurale Effizienz (Neubauer & Fink, 2009; Dunst et al., 2014)
  - Eintritt eines trainingsbedingten Ökonomisierungsprozesses (Hollmann & Strüder, 2001)

# Akute Effekte von Bewegung



Kurzfristige Effekte von Bewegung auf die kognitive Leistungsfähigkeit vorhanden, aber klein.

Kognitive Tests, welche 11-20 Minuten nach Bewegung stattfinden mit den besten Effekten. Bei längerer Pause (> 20 Minuten) zwischen Bewegung und Kognitiven Tests schwinden die positiven Effekte von Bewegung wieder.

beste Effekte durch Bewegung ermittelt bei:

selektive Aufmerksamkeit (Konzentration, Addition und Subtraktion), Sprachkompetenz, inkompatible Reaktionszeiten, selbstständiges Erinnern, visuelles Kurzzeitgedächtnis, Stroop-Interferenz

**Blau Gelb Rot**

(Chang et al., 2012)

# Auffälliges



Bessere Aufmerksamkeitsressourcen

Selektive  
Aufmerksamkeit

Proaktive kognitive Kontrolle

Neurale Effizienz

## Exekutive Funktionen

Anforderungsorientierte neuronale  
Prozesse

Weniger Hirnaktivität bei gleichermaßen beanspruchender Belastung

Schnellere Verarbeitung von Prozessinformationen

# grundlegende exekutive



(Stögler, 2012, S. 16)

„Der schulische Lernerfolg hängt in hohem Maße von den Fähigkeiten der Schüler ab, ihre **Zeit zu planen, Informationen und Materialien zu gewichten** und damit Wesentliches vom Detail zu unterscheiden sowie **Lösungsstrategien flexibel anzupassen** und **die eigenen Lernfortschritte zu überwachen**. Diese Fähigkeiten basieren auf Kompetenzen, denen exekutive Funktionen [...] zugrunde liegen.“  
(Kubesch, 2009, 309)

- Exekutiven Funktionen wird eine besondere Relevanz für Lernleistungen zugeschrieben (Best, Miller & Naglieri, 2011)
- Selbstdisziplin hat einen größeren Effekt auf die schulische Leistung als das reine intellektuelle Talent (Duckworth & Seligman, 2005)

# Handlungsempfehlungen

**An der großen Bedeutung von Bewegung für die Gesamtentwicklung der Kinder sollte kein Zweifel bestehen!**

- ganzheitliche Bewegungsförderung
- ein anregendes und abwechslungsreiches motorisches Umfeld schaffen
- früh anfangen!
- häufigere intensive und mäßig intensive körperliche Betätigung...  
...im Gegensatz zum Gehen (das als niedrig bis mäßig intensiv eingestuft wird)  
→ bessere kognitive und psychische Gesundheitswerte (Nakagawa et al., 2020)
- individualisiertes und adaptives Training mit hoher kognitiver Herausforderung → für die exekutive Kontrolle von Kindern vorteilhafter als ein Training mit geringerer Herausforderung  
→ Überkreuzbewegungen, Challenges

*Wer sich nicht bewegt, beeinflusst also nicht nur, was das Gehirn hervorbringt, sondern reduziert massiv auch das, was das Gehirn aufnimmt. Bewegungsarmut ist eine Mangelsituation an propriozeptivem und anderem sensorischem Eingang!*

(Kempermann, 2012, S. 700)

# Literatur



- Andrä, C. (2013). *Kognitive Effekte regelmäßiger Bewegung im Schulalltag: Untersuchung bei Kindern im Projekt „Bewegte Schule“ unter spezieller Beachtung der Gewebeoxygenierung gemessen mit Nahinfrarotspektroskopie*. Berlin: Lehmanns Media.
- Andrä, C. (2023). *Bewegtes Lernen. Pädagogik*, 2/2023, S. 48-52.
- Andrä, C. & Kowalzik, T. (2023). *Bewegtes Lernen. Körpererfahrung und sensomotorisches Lernen als Grundlage von bewegten Lernprozessen. Sportunterricht, Jg. 72 (2023), Heft 4, S. 163-167.*
- \*Andrä, C., \*Mathias, B., Schwager, A., Macedonia, M. & von Kriegstein, K. (2020). Learning foreign language vocabulary with gestures and pictures enhances vocabulary memory for several months post-learning in eight-year-old school children. *Educational Psychology Review*, 32(3), 815-850. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09527-z>. \*joint first authors
- Anzeneder, S., Zehnder, C., Martin-Niedecken, A. L., Schmidt, M., & Benzing, V. (2023). Acute exercise and children's cognitive functioning: What is the optimal dose of cognitive challenge?. *Psychology of Sport and Exercise*, 66, 102404.
- Best J.R., Miller P.H. & Naglieri, J.A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21 (4), 327–33.
- Bidzan-Bluma, I., & Lipowska, M. (2018). Physical activity and cognitive functioning of children: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, 15(4), 800.
- Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Bloodgood, B., Conroy, D. E., ... & Powell, K. E. (2019). Physical activity, cognition, and brain outcomes: a review of the 2018 physical activity guidelines. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(6), 1242.
- Chaddock, L., Erickson, K.I., Prakash, R.S., Voss, M.V., VanPatter, M., Pontifex, M.B., Hillmann, C.H. & Kramer A.F. (2012). A functional MRI investigation of the association between childhood aerobic fitness and neurocognitive control. *Biological psychology* 89, 260-268.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I. & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain research*, 1453 (2012). 87-101.
- Čoh, M. (2021). Motor and intellectual development in children: a review. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, 515-523.
- Duckworth, A. & Seligman, M. (2005). Self-Discipline Outdoes IQ in Predicting Academic Performance of Adolescents. *Psychological Science*, 12, 939-944.
- Dunst, B., Benedek, M., Jauk, E., Bergner, S., Koschutnig, K., Sommer, M., ... & Neubauer, A. C. (2014). Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence*, 42, 22-30.
- Flores, P., Coelho, E., Mourão-Carvalho, M. I., & Forte, P. (2023). Association between motor and math skills in preschool children with typical development: Systematic review. *Frontiers in Psychology*, 14, 1105391.
- Hapala, E. (2012). Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents. A systematic review. *Baltic Journal of health and physical activity*, 4(1), 7.
- Hillmann, C.H. Kamijo, K. & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 21-28.
- Hollmann, W. & Strüder, H. K. (2001). Gehirn, Geist, Psyche und körperliche Aktivität. In J. R. Nitsch & H. Allmer (Hrsg.). *Denken - Sprechen – Bewegen* (S.13-27). Köln: bps.
- Hutmacher, F. & Kuhbandner, C. (2018). Long-Term Memory for Haptically Explored Objects: Fidelity, Durability, Incidental Encoding, and Cross-Modal Transfer. *Psychol*

# Literatur



- James, K. H. (2010). Sensorimotor experience leads to changes in visual processing in the developing brain. *Developmental Science*, 13(2), 279–288.
- Kao, S. C., Westfall, D. R., Parks, A. C., Pontifex, M. B., & Hillman, C. H. (2017). Muscular and aerobic fitness, working memory, and academic achievement in children. *Med Sci Sports Exerc*, 49(3), 500-508.
- Kempermann, G. (2012). Körperliche Aktivität und Hirnfunktion. *Der Internist*, 53(2012). 698-704.
- Kersey, A. J., & James, K. H. (2013). Brain activation patterns resulting from learning letter forms through active self-production and passive observation in young children. *Frontiers in Psychology*, 4, 567.
- Kubesch, S. u. Walk, L. (2009). Körperliches und kognitives Training exekutiver Funktionen in Kindergarten und Schule. In: *Sportwissenschaft 4*: 309-317.
- Longcamp, M., Boucard, C., Gilhodes, J.-C., Anton, J.-L., Roth, M., Nazarian, B., Velay, J.-L. (2008). Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: behavioral and functional imaging evidence. *J Cogn Neurosci.*, May; 20(5): 802–815. doi: 10.1162/jocn.2008.20504.
- Longcamp, M., Hlushchuk, Y., Hari R. (2011). What differs in visual recognition of handwritten vs. printed letters? An fMRI study. *Hum Brain Mapp.*, Aug; 32(8): 1250–1259. Published online 2010 Jul 28. doi: 10.1002/hbm.21105.
- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M., Velay, J.-L. (2005). The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: a comparison between handwriting and typing. *Acta Psychol (Amst)*, May; 119(1): 67–79. Published online 2005 Jan 4. doi: 10.1016/j.actpsy.2004.10.019.
- \*Mathias, B., \*Andrä, C., Schwager, A., Macedonia, M. & von Kriegstein, K. (2022). Twelve- and Fourteen-Year-Old School Children Differentially Benefit from Sensorimotor- and Multisensory-Enriched Vocabulary Training. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1739-1770. \*joint first authors
- Meijer, A., Königs, M., de Bruijn, A. G. M., Visscher, C., Bosker, R. J., Hartman, E., & Oosterlaan, J. (2021). Cardiovascular fitness and executive functioning in primary school-aged children. *Developmental Science*, 24(2), e13019.
- Nakagawa, T., Koan, I., Chen, C., Matsubara, T., Hagiwara, K., Lei, H., ... & Nakagawa, S. (2020). Regular moderate-to vigorous-intensity physical activity rather than walking is associated with enhanced cognitive functions and mental health in young adults. *International journal of environmental research and public health*, 17(2), 614.
- Neubauer, A.C. & Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(7), 1004–1023.
- Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. *Trends in cognitive sciences*, 12(11), 411-417.
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*, 15(3), 243-256.
- Stöglehner, W. (2012). *Förderung exekutiver Funktionen durch Bewegung. Eine Lehrer/innen-Handreichung für die Schule*. Zugriff am 27.02.2024 unter [https://bildungsregion.rv.de/site/LRA\\_RV\\_Bildungsbuero\\_2017/get/documents\\_E-1693055636/chancenpool/Mediathek\\_LRA\\_RV\\_Bildungsbuero/4Schul-%20und%20Unterrichtsentwicklung/Handreichung-Foederung-exekutiver-Funktionen-durch-Bewegung.pdf](https://bildungsregion.rv.de/site/LRA_RV_Bildungsbuero_2017/get/documents_E-1693055636/chancenpool/Mediathek_LRA_RV_Bildungsbuero/4Schul-%20und%20Unterrichtsentwicklung/Handreichung-Foederung-exekutiver-Funktionen-durch-Bewegung.pdf)
- Pontifex, M.B., Raine, L.B., Johnson, C.R., Chaddock, L., Voss, M.W., Cohen, N.J., Kramer A.F. & Hillmann, C.H. (2011). *Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children*. *Journal of cognitive neuroscience*, 23 (6) 1332-1345

**Prof. Dr. Christian Andrä**  
**Professur für Sport- und Bewegungspädagogik**

Sportakademie Land Brandenburg gGmbH  
Olympischer Weg 7  
14471 Potsdam  
t: +49 (0)331 58 567 366  
e: andrae@fhsmp.de  
i: www.fhsmp.de



 [https://www.youtube.com/@Bewegte\\_Schule](https://www.youtube.com/@Bewegte_Schule)



[Bewegte Schule – Prof. Dr. Christian  
Andrä](#)