

Kapitel 12.1: Doppelaufgaben und Doppelaufgabentraining

- Gehen und Stehen erfordern mit zunehmendem Alter immer mehr kognitive Kontrolle, Aufmerksamkeitsressourcen und exekutive Funktionen (s. Kap.5 i.d.Bd.).
- Studien untersuchen mit dem sog. Doppelaufgabenparadigma (dual-task Paradigma, DT) Interaktionen von Motorik und Kognition
- Hierbei werden eine motorische Aufgabe (Gleichgewichtsaufgabe) mit anderen sensomotorischen Aufgaben (Tragen eines Tablett) oder kognitiven Aufgaben (z.B. Rückwärts zählen) in unterschiedlicher Komplexität kombiniert

Literatur

Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*, 16(1), 1-14.

Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., & Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. *Movement Disorders*, 23(3), 329-342.

Kapitel 12.1: Doppelaufgaben und Doppelaufgabentraining

Beispiel Doppelaufgaben Testbedingungen

Steigender Schwierigkeitsgrad

Aufgabenbedingung	auditiv-verbal	visuell-verbal	visuell-manuell
Reizreaktion	Reaktion auf einen Ton (z. B. „jetzt“ sagen)	Reaktion auf einen Stern, der auf dem Bildschirm erscheint (z. B. „ja“ sagen)	Knopf drücken, wenn ein Stern auf einem Bildschirm erscheint
Wahlreaktion	Rückwärtsrechnen in 3er-Schritten	Zahlen auf dem Bildschirm: „ja“ sagen, wenn die richtige Zahl beim Rückwärtszählen in 3er-Schritten erscheint	Knopf drücken, wenn die richtige Zahl beim Rückwärtszählen in 3er-Schritten erscheint
Räumliche Orientierung		Diskriminieren von ausgefüllten und nicht ausgefüllten sich bewegenden Kreisen auf einem Bildschirm (vgl. Hommel et al., 2004)	Knopf drücken zum Diskriminieren von ausgefüllten und nicht ausgefüllten sich bewegenden Kreisen auf einem Bildschirm
Exekutive Funktionen	Auditiv-verbaler Stroop-Test	Visuell-verbaler Stroop-Test: inkongruente Bedingung benennen	Knopf drücken wenn beim Stroop-Test kongruente Bedingung erscheint

Abbildung 12.1

Beispielhafte Übersicht verschiedener Doppelaufgaben-Settings (eigene Darstellung)

Literatur

Colcombe, S. J., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14 (2), 125-130.

Kapitel 12.1: Doppelaufgaben und Doppelaufgabentraining

- kognitiv-motorische Interferenzen (Leistungseinbußen bei zeitgleicher Ausführung von zwei oder mehr Aufgaben= Doppelaufgabenkosten; DT-Kosten) erhöhen das Sturzrisiko
- DT-Kosten = $((DT\text{-Leistung} - ST\text{-Leistung}) / ST\text{-Leistung}) \times 100$, also der prozentuale Unterschied zwischen der Leistung in der Einfachaufgabe (single-task, ST) und der DT Aufgabe
- kognitive Zweitaufgabe reduziert die *Gangstabilität*
- signifikante Unterschiede in der *Ganggeschwindigkeit* unter DT-Bedingungen zwischen bereits gestürzten und nicht gestürzten Personen

Literatur

Al-Yahya, E., Dawes, H., Smith, L., Dennis, A., Howells, K., & Cockburn, J. (2011). Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(3), 715-728.

Menant, J. C., Schoene, D., Sarofim, M., & Lord, S. R. (2014). Single and dual task tests of gait speed are equivalent in the prediction of falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Review*, 16, 83-104.

Kapitel 12.1: Doppelaufgaben und Doppelaufgabentraining

- theoretische Modelle beschreiben die Mechanismen motorisch-kognitiver Interaktionen
- gemeinsame Grundidee ist, dass die verschiedenen Aufgaben um kognitive Aufmerksamkeits-Ressourcen konkurrieren
- Theorie des “*central bottleneck*” geht von einer seriellen zentralen Verarbeitung aus
- da nicht alle Informationen im Arbeitsgedächtnis gleichzeitig verarbeitet werden können entstehen verlängerte Bearbeitungszeiten
- “*attentional resource theory*” erklärt motorisch-kognitive Interferenzen durch das Konkurrieren der Teilaufgaben um begrenzte Aufmerksamkeitsressourcen
- Ressourcentheorien wurden durch Konzepte, wie das “*4-dimensional multiple resource model*”, abgelöst, die zeigen, dass die DT Interferenz steigt, wenn die Aufgaben gleiche sensorische Modalitäten und visuelle Informationskanäle benötigen.

Literatur

Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. New Jersey: Prentice Hall.

Pashler, H., Johnston, J. C., & Ruthruff, E. (2001). Attention and performance. *Annual Review of Psychology*, 52, 629-651

Wickens, C. D. (2008). Multiple resources and mental workload. *Human Factors*, 50(3), 449-455.

Kapitel 12.1: Doppelaufgaben und Doppelaufgabentraining

Fünf Erklärungsansätze für das DT-Bewegungsverhalten von Senioren bei statischen und dynamischen Gleichgewichtsaufgaben:

- (1) Limited Resource Hypothesis**
- (2) Cross-Domain Competition Model und Zentrale Exekutive**
- (3) U-Shaped Non-Linear Interaction Model**
- (4) Supra Postural Task Model**
- (5) Task Prioritization Model**

Literatur

Wollesen, B., Voelcker-Rehage, C., Regenbrecht, T., & Mattes, K. (2016). Influence of a visual-verbal Stroop test on standing and walking performance of older adults. *Neuroscience*, 318, 166-177.

Kapitel 12.1: Doppelaufgaben und Doppelaufgabentraining

- Gezieltes Training verbessert die motorischen und kognitiven Fähigkeiten und reduziert Funktionseinbußen (s. auch Kap. 5 i.d.Bd.)
- Doppelaufgabentraining (DT-Training) kombiniert zwei kognitiver Aufgaben oder eine motorische und eine kognitive Aufgabe
- Zentrale Annahme ist, dass DT-Training kognitive Ressourcen freisetzt und somit die Aufgabenausführung in DT-Situationen verbessert.

Literatur

Wollesen, B., & Voelcker-Rehage, C. (2013). Training effects on motor-cognitive dual-task performance in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, 11(1), 5-24.

Kapitel 12.1: Doppelaufgaben und Doppelaufgabentraining

- generelles DT-Training: kombiniert verschiedene Bewegungsaufgaben mit DT-Charakter (z. B. alltagsorientierte Bewegungen mit zusätzlichen motorischen oder kognitiven Aufgaben)
- Spezifisches DT-Training: fokussiert Alltagsanforderungen (z. B. Gehen) und integriert zusätzliche kognitive oder motorische Anforderungen in Kombination mit Aufgabenpriorisierung und –wechsel
- DT-Training zeigt in Abhängigkeit der inhaltlichen Gestaltung positive Effekte auf die Alltagsmotorik und die kognitive Leistung von Senioren
- Transfereffekte auf nicht trainierte Alltagsaufgaben sind noch nicht abgesichert da Task-Managing-Strategien und eine progressive Trainingsgestaltung noch zu wenig adressiert werden

Literatur

Wollesen, B., & Voelcker-Rehage, C. (2013). Training effects on motor-cognitive dual-task performance in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, 11(1), 5-24.

Wollesen, B., Voelcker-Rehage, C., Willer, J., Zech, A., & Mattes, K. (2015). Feasibility study of dual-task-managing training to improve gait performance of older adults. *Aging Clinical and Experimental Research*, 27(4), 447-455.

Kapitel 12.2: Körperliche Aktivität, Kognition und Psyche

Tabelle 1 Übersicht über altersbezogene empirische Embodied Cognition Studien (Teil 1)

Studie	Thema	Alter	Ergebnis/ Interpretation	Praktische Konsequenz
Dijkstra et al., (2007)	Einfluss von Körperhaltung auf Erinnerungsleistung	Junge Erwachsene (21,5 J.) Ältere Erwachsene (69,7 J.)	Bessere autobiographische Erinnerungsleistung in kongruenten Körperhaltungen (in beiden Altersgruppen).	Sowohl junge als auch ältere Erwachsene sollten zur besseren Erinnerung an ein Ereignis möglichst ähnliche Körperhaltungen einnehmen, wie während des Zeitpunktes des Ereignisses.
Madden and Dijkstra, (2010)	Einfluss von Alter auf die Nutzung kontextbezogener Informationen beim Sprachverstehen	Junge Erwachsene (20 J.) Ältere Erwachsene (71,3 J.)	Ältere Erwachsene profitierten mehr von kontextueller Passung als jüngere Erwachsene.	Im Umgang mit älteren Erwachsenen ist das Einbeziehen kontextueller Informationen wichtig.
Maguinness et al., (2013)	Einfluss von Alter auf die Schätzung des Gewichtes eines Objektes durch Beobachtung der Bewegung einer Person, die dieses Objekt hebt	Junge Erwachsene (24,6 J.) Ältere Erwachsene (74 J.)	Schlechtere Schätzungsgenauigkeit bei Älteren als bei Jüngeren, besonders bei kleineren Objekten; Zusammenhang zwischen eigener körperlicher Fitness und Schätzungsgenauigkeit bei Älteren.	Ältere benötigen zur genaueren Interpretation von Aktionen Anderer auffallendere visuelle Hinweise; körperliche Fitness im Alter kann bei Wahrnehmungsaufgaben helfen.

Literatur

- Dijkstra, K., Kaschak, M. P., & Zwaan, R. A. (2007). Body posture facilitates retrieval of autobiographical memories. *Cognition*, 102(1), 139–149.
- Madden, C. J., & Dijkstra, K. (2009). Contextual Constraints in Situation Model Construction: An Investigation of Age and Reading Span. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 17(1), 19–34.
- Maguinness, C., Setti, A., Roudaia, E., & Kenny, R. A. (2013). Does that look heavy to you? Perceived weight judgment in lifting actions in younger and older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7.

Kapitel 12.2: Körperliche Aktivität, Kognition und Psyche

Tabelle 1 Übersicht über altersbezogene empirische Embodied Cognition Studien (Teil 2)

Conson et al., (2014)	Embodied Simulation in mentalen Rotationsaufgaben	Parkinson-Patienten (54 - 83 J.) Gesunde Personen (46 – 83 J.)	Parkinson-Patienten hatten Schwierigkeiten bei mentalen Rotationsaufgaben, die spezifisch ihre beeinträchtigte körperliche Seite ansprachen.	Rehabilitationstraining, welches sowohl spezifisches kognitives als auch spezifisches körperliches Training vereint.
Boyke et al., (2008)	Auswirkungen des Erlernens einer neuen motorischen Fertigkeit (Jonglieren) auf neuronale Strukturen (Hippocampus, Nucleus Accumbens)	Gesunde, ältere Menschen (60 J.)	Zunahme der grauen Substanz in Hippocampus (links) und Nucleus Accumbens (bilateral) in der Jonglier-Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.	Das Erlernen neuer, motorischer Fertigkeiten im Alter ist unter anderem wichtig, da es zu Veränderungen wesentlicher neuronaler Strukturen des Gehirns führt.

Literatur

Boyke, J., Driemeyer, J., Gaser, C., Büchel, C., & May, A. (2008). Training-induced brain structure changes in the elderly. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 28(28), 7031–7035.

Conson, M., Trojano, L., Vitale, C., Mazzarella, E., Allocca, R., Barone, P., ... Santangelo, G. (2014). The role of embodied simulation in mental transformation of whole-body images: evidence from Parkinson's disease. *Human Movement Science*, 33, 343–353.

Kapitel 12.3: Chronische Effekte körperlicher Aktivität

Claudia Voelcker-Rehage⁵, Claudia Niemann⁵, Ben Godde⁶

⁵ Professur Sportpsychologie mit Schwerpunkt in Prävention und Rehabilitation, Technische Universität Chemnitz

⁶ Psychology & Methods, Focus Area Diversity, Jacobs University Bremen

Kapitel 12.3: Chronische Effekte körperlicher Aktivität

Chronische Effekte körperlicher Aktivität

- Entstehen durch regelmäßiges (= chronisches) Sporttreiben
- Sind zeitlich überdauernd (≠ akute Effekte)
- Bedeutsam im Hinblick auf die im Alter zu beobachtenden Einschränkungen der kognitiven Leistungsfähigkeit

Kapitel 12.3.1: Bewegungsverhalten im Allgemeinen

Lebensstil (Epidemiologische und Querschnittsstudien)

- Aktivitätsniveau im Jugend- und/oder im mittleren und späten Erwachsenenalter
- Fitnesslevel

(Middleton, Barnes, Lui, & Yaffe, 2010; Zhu et al., 2014; Aichberger et al., 2010; Willey et al., 2016)

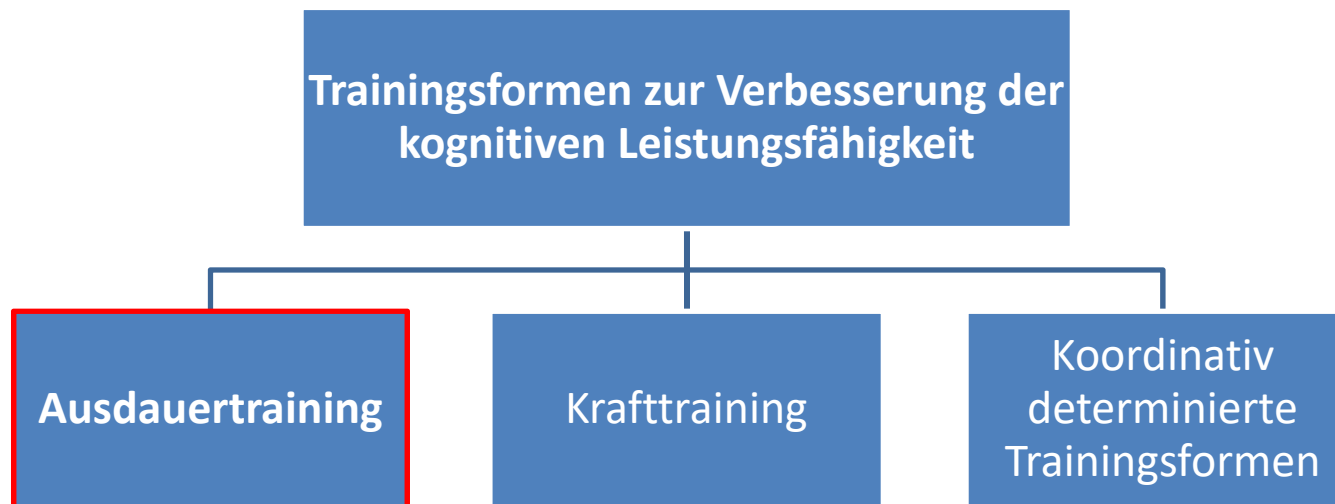
Interventionen (Längsschnittstudien)

- Insbesondere Ausdauer- und Krafttraining und/oder koordinativ determinierte Trainingsformen

(Siehe nachfolgende Folien)

Positive Auswirkungen auf kognitive Funktionen

Kapitel 12.3.2: Ausdauertraining zur Förderung der Kognition



Kapitel 12.3.2: Ausdauertraining zur Förderung der Kognition

Effekte eines Ausdauertraining

Kognitive Veränderungen

Verbesserung der

- selektiven Aufmerksamkeit
- exekutiven Kontrolle
- Gedächtnisleistung

(Hindin & Zelinski, 2012; Colcombe et al., 2004)

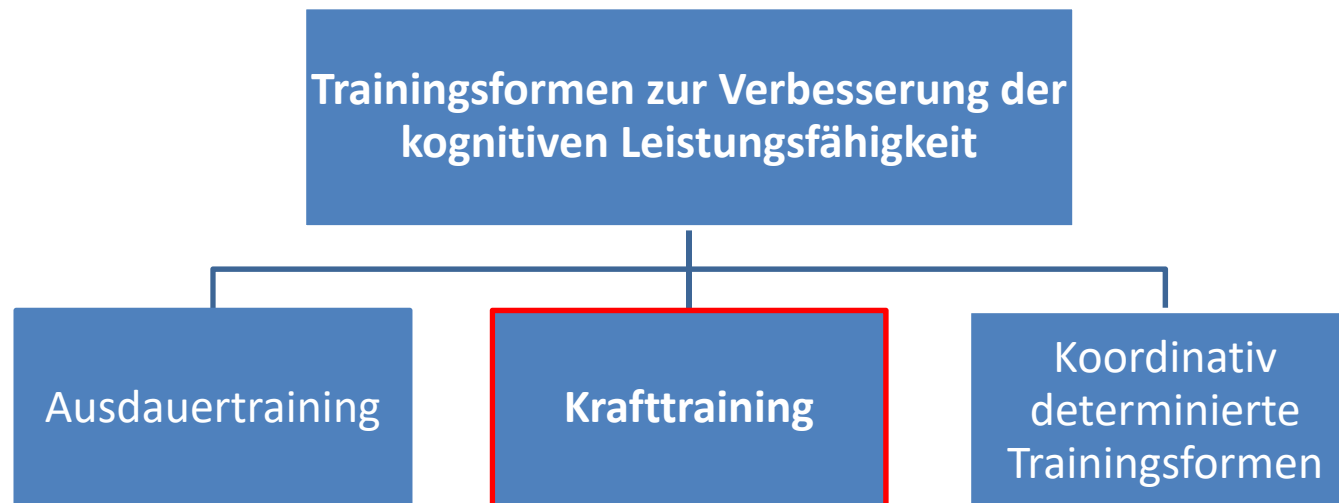
Funktionale Anpassungen

- Veränderte Hirnaktivität (frontal, parietal, anteriorer cingulärer Kortex, Hippocampus) spricht für **effektivere Informationsverarbeitung** (Colcombe et al., 2004; Holzschneider, Wolbers, Roder, & Hötting, 2012; Chang, Huang, Chen, & Hung, 2013)
- Verbesserte funktionale Konnektivität des Hippocampus und Default Mode Network (Voss et al., 2010; Burdette et al., 2010)

Strukturelle Anpassungen

- Verminderter altersbedingter Abbau grauer Substanz (Colcombe et al., 2003)
- Positiver Einfluss auf Läsionen in weißer Substanz (Torres, Strack, Fernandez, Tumej, & Hitchcock, 2015)

Kapitel 12.3.3: Krafttraining zur Förderung der Kognition



Kapitel 12.3.3: Krafttraining zur Förderung der Kognition

Effekte eines Krafttrainings

Kognitive Veränderungen

Verbesserung der

- Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit
- Aufmerksamkeit
- Gedächtnisleistung
- Exekutiven Kontrolle

Funktionale Anpassungen

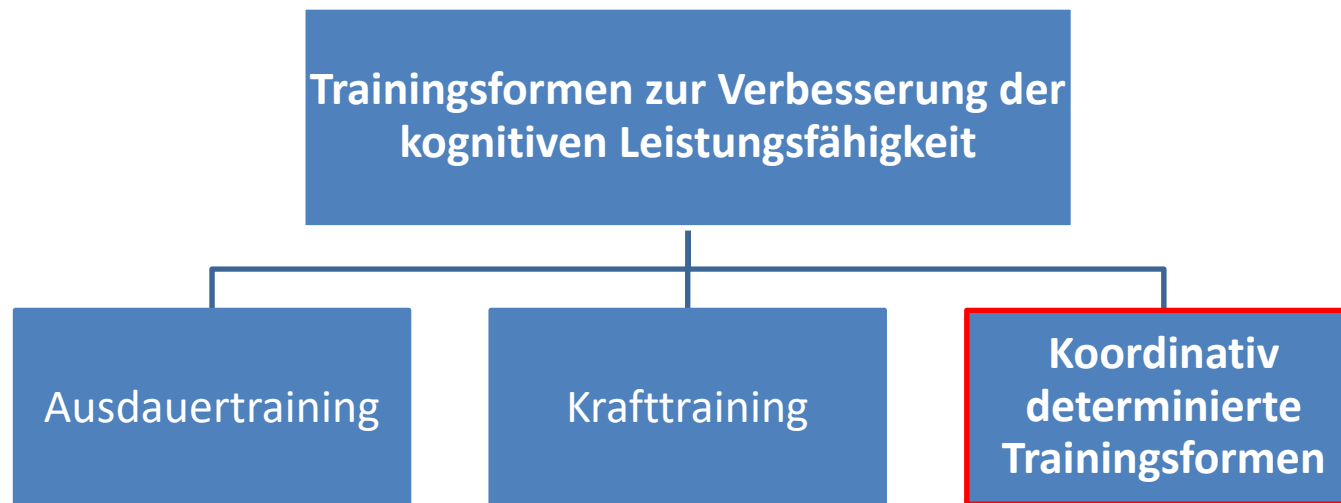
- Besonders in frontalen und temporalen Gehirnregionen (Liu-Ambrose, Nagamatsu, Voss, Khan, & Handy, 2012)

Strukturelle Anpassungen

- Verminderter altersbedingter Abbau grauer und weißer Substanz (Best, Chiu, Liang Hsu, Nagamatsu, & Liu-Ambrose, 2015; Suo et al., 2016)

(Chang, Labban, Gapin und Etnier, 2012)

Kapitel 12.3.4: Koordinativ determinierte Trainingsformen zur Förderung der Kognition



Kapitel 12.3.4: Koordinativ determinierte Trainingsformen zur Förderung der Kognition

Effekte eines koordinativ determinierten Trainings

Kognitive Veränderungen

- Verbesserung der
- Selektiven Aufmerksamkeit
 - Räumlichen Wahrnehmung
 - Exekutiven Kontrolle

Funktionale Anpassungen

- Besonders in parietalen Gehirnregionen

Strukturelle Anpassungen

- Hippocampus
- Basalganglien
- Volumen der grauen Substanz in frontalen Hirnregionen (Fong, Chi, Li, & Chang, 2014; Niemann, Godde, & Voelcker-Rehage, 2016)

(Voelcker-Rehage, Godde, & Staudinger, 2010; Berryman et al., 2013)

Kapitel 12.3.5: Erklärungsansätze Ursache-Wirkungs-Beziehungen von körperlicher Aktivität

Warum wirkt körperliche Aktivität positiv auf das Gehirn?

- Neubildung von Nervenzellen (Neurogenese) im Hippocampus und Gyrus Dentatus
- Zuwachs neuer Synapsen und Dendriten (Synaptogenese)
- Zunehmende Produktion von Nervenwachstumsfaktoren (Neurotrophinen)
- Verstärkte Kapillarisation (Angiogenese) im Hippocampus, Cerebellum und motorischen Kortex
- Geringere kortikale Volumenverluste im Altersgang in der grauen und weißen Substanz

Kapitel 12.3.6: Dosis-Wirkungs-Beziehungen von körperlicher Aktivität

Welche **weiteren Wirkmechanismen** unterstützen die positiven Effekte körperlicher Aktivität?

- Reduktion von Krankheitsrisiken (z.B. Adipositas, Bluthochdruck)
- Steigerung des emotionalen Empfindens
- Stärkung motorischer Ressourcen, sodass kognitive Ressourcen, die zuvor für die Bewegungskörperausführung benötigt wurden, für die Ausführung kognitiver Aufgaben zur Verfügung stehen

Kapitel 12.3.6: Dosis-Wirkungs-Beziehungen von körperlicher Aktivität

Allgemeine Trainingsempfehlungen

Ausdauertraining:

- Moderate körperliche Aktivität zwei- bis dreimal pro Woche über mindestens 30 Minuten
- Positive Effekte bereits nach wenigen Wochen; längerfristiges Training führt zu weiteren positiven Effekten (Voelcker-Rehage et al., 2011)

Krafttraining:

- Intensitäten von 60-80% des 1-RM, bei zwei Sätzen mit sieben Wiederholungen und einer Satzpause von zwei Minuten, zweimal pro Woche über mindestens 2 Monate

Koordinativ-determinierte Trainingsformen:

- Moderate körperliche Aktivität mit koordinativem Schwerpunkt zwei- bis dreimal pro Woche über mindestens 30 Minuten
- Positive Effekte bereits nach wenigen Wochen; längerfristiges Training führt zu weiteren positiven Effekten (Voelcker-Rehage et al., 2011)

Kapitel 12.3 Chronische Effekte körperlicher Aktivität

Zusammenfassung

- Chronische körperliche Aktivität wirkt sich im Allgemeinen **positiv auf die kognitive Leistungsfähigkeit älterer Menschen** aus
- Insgesamt scheinen **unterschiedliche Trainingsformen spezifische Effekte** auf die Kognition und die zugrundeliegenden neurophysiologischen Prozesse bzw. die Hirnstruktur zu haben
- Metabolisch-determinierte körperliche Aktivität wie Ausdauer- und Krafttraining zeigen positive Zusammenhänge zur **exekutiven Kontrolle und Gedächtnisleistung**, während Koordinationstraining neben der exekutiven Kontrolle auch die **räumlichen Wahrnehmung** verbessert

Kapitel 12.3. Chronische Effekte körperlicher Aktivität

Literaturverzeichnis - 1

- Aichberger, M. C., Busch, M. A., Reischies, F. M., Ströhle, A., Heinz, A., & Rapp, M. A. (2010). Effect of physical inactivity on cognitive performance after 2.5 years of follow-up. *The Journal of Gerontopsychology and Geriatric Psychiatry*, *23*, 7-15.
- Berryman, N., Bherer, L., Nadeau, S., Lauziere, S., Lehr, L., Bobeuf, F., . . . Bosquet, L. (2014). Multiple roads lead to Rome: combined high-intensity aerobic and strength training vs. gross motor activities leads to equivalent improvement in executive functions in a cohort of healthy older adults. *Age (Dordrecht)*, *36*(5), 9710.
- Berryman, N., Bherer, L., Nadeau, S., Lauziere, S., Lehr, L., Bobeuf, F., . . . Bosquet, L. (2013). Executive functions, physical fitness and mobility in well-functioning older adults. *Experimental Gerontology*, *48*(12), 1402-1409.
- Best, J. R., Chiu, B. K., Liang Hsu, C., Nagamatsu, L. S., & Liu-Ambrose, T. (2015). Long-Term Effects of Resistance Exercise Training on Cognition and Brain Volume in Older Women: Results from a Randomized Controlled Trial. *Journal of the International Neuropsychology Society*, *21*(10), 745-756.
- Chang, Y. K., Huang, C. J., Chen, K. F., & Hung, T. M. (2013). Physical activity and working memory in healthy older adults: an ERP study. *Psychophysiology*, *50*(11), 1174-1182.
- 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*, 87-101.
- Colcombe, S. J., Kramer, A. F., Erickson, K. I., Scalf, P., McAuley, E., Cohen, N. J., . . . Elavsky, S. (2004). Cardiovascular fitness, cortical plasticity, and aging. *Proceedings of the National Academy of Science of the U S A*, *101*(9), 3316-3321.
- Colcombe, S. J., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, *14* (2), 125-130.
- Forte, R., Boreham, C. A., Leite, J. C., De Vito, G., Brennan, L., Gibney, E. R., & Pesce, C. (2013). Enhancing cognitive functioning in the elderly: multicomponent vs resistance training. *Clinical Interventions in Aging*, *8*, 19-27.

Kapitel 12.3. Chronische Effekte körperlicher Aktivität

Literaturverzeichnis - 2

- Holzschneider, K., Wolbers, T., Roder, B., & Hotting, K. (2012). Cardiovascular fitness modulates brain activation associated with spatial learning. *Neuroimage*, *59*(3), 3003-3014.
- Kattenstroth, J. C., Kolankowska, I., Kalisch, T., & Dinse, H. R. (2010). Superior sensory, motor, and cognitive performance in elderly individuals with multi-year dancing activities. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *2*(31).
- Kelly, M. E., Loughrey, D., Lawlor, B. A., Robertson, I. H., Walsh, C., & Brennan, S. (2014). The impact of exercise on the cognitive functioning of healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Review*, *16*, 12-31.
- Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Voss, M. W., Khan, K. M., & Handy, T. C. (2012). Resistance training and functional plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. *Neurobiology and Aging*, *33*(8), 1690-1698.
- Middleton, L. E., Barnes, D. E., Lui, L. Y., & Yaffe, K. (2010). Physical activity over the life course and its association with cognitive performance and impairment in old age. *Journal of American Geriatric Society*, *58*(7), 1322-1326.
- Nagamatsu, L. S., Handy, T. C., Hsu, C. L., Voss, M., & Liu-Ambrose, T. (2012). Resistance training promotes cognitive and functional brain plasticity in seniors with probable mild cognitive impairment. *Archives of Internal Medicine*, *172*(8), 666-668.
- Niemann, C., Godde, B., & Voelcker-Rehage, C. (2016). Senior Dance Experience, Cognitive Performance, and Brain Volume in Older Women. *Neural Plasticity*, 2016, 9837321.
- Ozkaya, G. Y., Aydin, H., Toraman, F. N., Kizilay, F., Ozdemir, O., & Cetinkaya, V. (2005). Effect of strength and endurance training on cognition in older people. *Journal of Sports in Science and Medicine*, *4*(3), 300-313.
- Smith, J. C., Nielson, K. A., Woodard, J. L., Seidenberg, M., Durgerian, S., Antuono, P., . . . Rao, S. M. (2011). Interactive effects of physical activity and APOE-epsilon4 on BOLD semantic memory activation in healthy elders. *Neuroimage*, *54*(1), 635-644.

Kapitel 12.3. Chronische Effekte körperlicher Aktivität

Literaturverzeichnis - 3

Suo, C., Singh, M. F., Gates, N., Wen, W., Sachdev, P., Brodaty, H., . . . Valenzuela, M. J. (2016). Therapeutically relevant structural and functional mechanisms triggered by physical and cognitive exercise. *Molecular Psychiatry*, 21(11), 1633-1642.

Torres, E. R., Strack, E. F., Fernandez, C. E., Tumeo, T. A., & Hitchcock, M. E. (2015). Physical Activity and White Matter Hyperintensities: A Systematic Review of Quantitative Studies. *Preventive Medicine Reports*, 2, 319-325.

Voelcker-Rehage, C., & Niemann, C. (2013). Structural and functional brain changes related to different types of physical activity across the life span. *Neuroscience and Biobehavior Review*, 37(9 Pt B), 2268-2295.

Voelcker-Rehage, C., Godde, B., & Staudinger, U. M. (2011). Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 26.

Voelcker-Rehage, C., Godde, B., & Staudinger, U. M. (2010). Physical and motor fitness are both related to cognition in old age. *European Journal of Neuroscience*, 31(1), 167-176.

Voss, M. W., Weng, T. B., Burzynska, A. Z., Wong, C. N., Cooke, G. E., & Clark, R. (2016). Fitness, but not physical activity, is related to functional integrity of brain networks associated with aging. *NeuroImage*, 131, 113-125.

Voss, M. W., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Chaddock, L., Malkowski, E., Alves, H., . . . Kramer, A. F. (2010). Functional connectivity: a source of variance in the association between cardiorespiratory fitness and cognition? *Neuropsychologia*, 48(5), 1394-1406.

Willey, J. Z., Gardener, H., Caunca, M. R., Moon, Y. P., Dong, C., Cheung, Y. K., . . . Wright, C. B. (2016). Leisure-time physical activity associates with cognitive decline: The Northern Manhattan Study. *Neurology*, 86(20), 1897-1903.

Zhu, N., Jacobs, D. R., Schreiner, P. J., Yaffe, K., Bryan, N., & Launer, L. J. (2014). Cardiorespiratory fitness and cognitive function in middle age: The CARDIA study. *Neurology*, 82(15), 1339-1346.

Kapitel 12.4: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Lena Hübner⁵, Claudia Voelcker-Rehage⁵

⁵ Professur Sportpsychologie mit Schwerpunkt in Prävention und Rehabilitation, Technische Universität Chemnitz

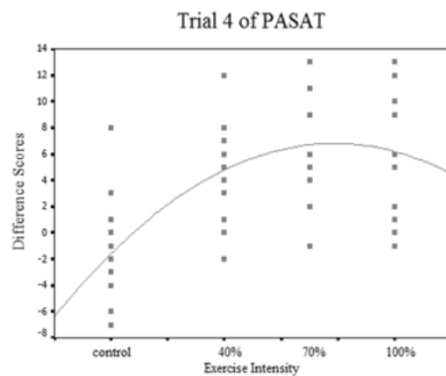
Kapitel 12.4: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Art des Effekts	Modus	Veränderung	Mechanismus im Gehirn
Akuter Effekt	Einmaliges Sporttreiben	Vorübergehend	Physiologische Modulation der Aktivität neuronaler Netze
Chronischer Effekt	Regelmäßiges Sporttreiben	Dauerhaft	Morphologische Veränderungen der Gehirnstruktur und -funktion

Kapitel 12.4.1: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Theoretische Modelle: 1) Inverted-U Hypothesis

- Umgekehrte U-förmige Beziehung zwischen Erregungslevel und Leistung
- Submaximale, moderate Intensität führt zu den größten Effekten



Chang & Etnier, 2009

Beispiel für eine umgekehrte U-förmige Beziehung zwischen Belastungsintensität und kognitiver Leistung

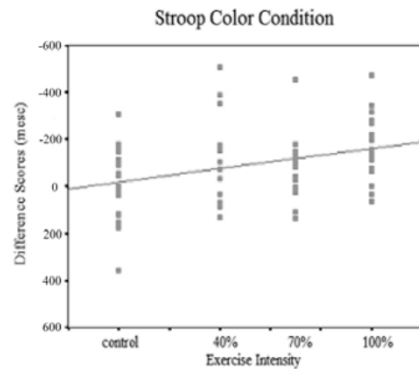
PASAT = Paced Auditory Serial Addition Task

→ Informationsverarbeitung, Aufmerksamkeit und Konzentration

Kapitel 12.4.1: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Theoretische Modelle: 2) Drive theory

- Lineares Verhältnis zwischen Erregungslevel und Leistung
- Hohe Intensität führt zu den größten Effekten



Chang & Etnier, 2009

Beispiel für ein lineares Verhältnis zwischen Belastungsintensität und kognitiver Leistung

Stroop Test:
Exekutivfunktion: Inhibition & Informationsverarbeitung

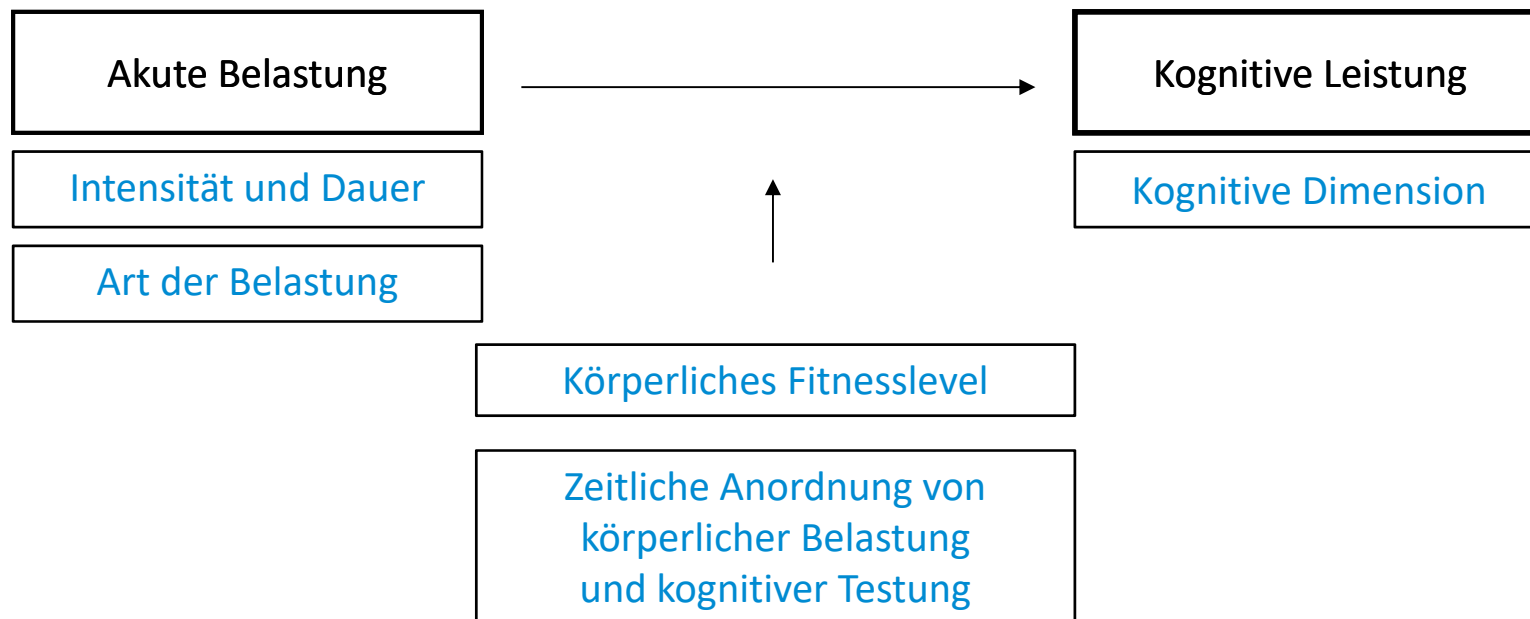
Kapitel 12.4.1: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Theoretische Modelle: 3) Reticular-activating hypofrontality (RAH)

- Während körperlicher Belastung werden neuronale Strukturen, die für das Fortführen der körperlichen Belastung zwingend notwendig sind (z.B.: motorischer & sensomotorischer Kortex) stärker aktiviert
 - Gehirnbereiche, die für das Ausführen der Belastung weniger wichtig sind (z.B.: PFC), werden weniger aktiviert (Audiffren, 2015)
- Verschiebung der Gehirnaktivität vom PFC auf andere Gehirnregionen bei (langandauernder) körperlicher Ausdauerbelastungen mit hoher Intensität (Dietrich & Audiffren, 2011)

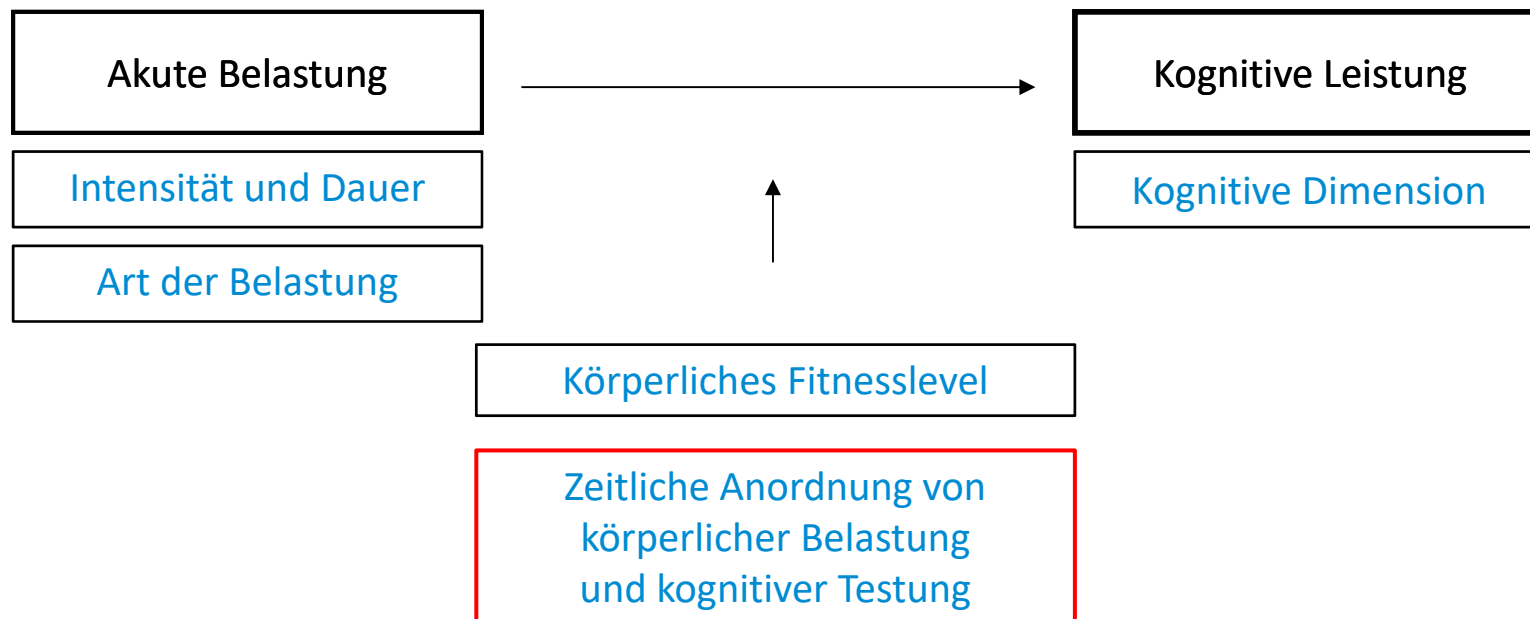
Kapitel 12.4.2: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Moderierende Faktoren



Kapitel 12.4.2: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Moderierende Faktoren

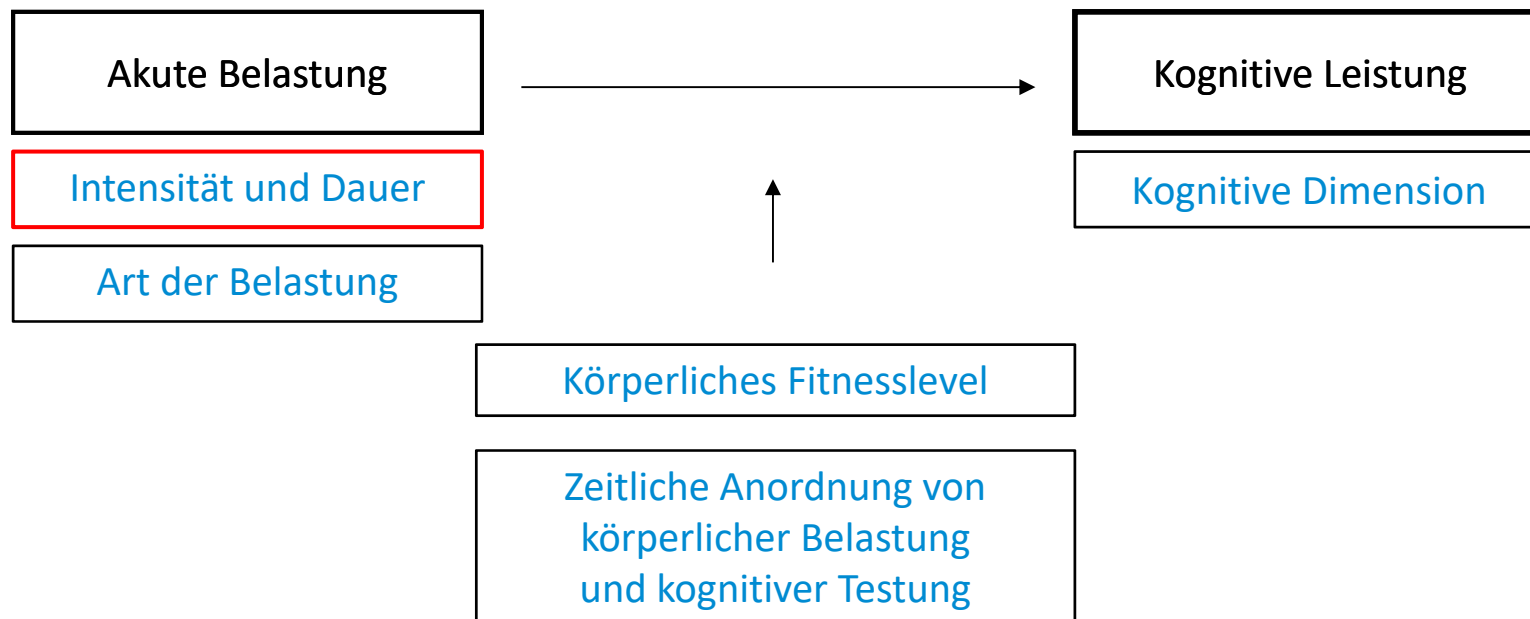


Zeitliche Anordnung von körperlicher Belastung und kognitiver Testung

- **Während** moderater Belastungen:
 - Kürzere Reaktionszeiten in einer Aufmerksamkeitsaufgabe als während einer Ruhebedingung (Pesce & Audiffren, 2011; Pesce et al., 2011)
- **Nach** moderaten Belastungen:
 - Kürzere Reaktionszeiten in Informationsverarbeitungsaufgaben als während Ruhebedingung (z.B. Barella et al., 2010)
 - Effekte sind vorübergehend: ca. 60 Minuten nach Belastung werden sie geringer (Barella et al., 2010) oder verschwinden (Netz et al., 2009; Vasques et al., 2011).

Kapitel 12.4.2: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Moderierende Faktoren



Intensität

- Gering:
 - ca. 22% VO₂ peak (Cordova et al., 2009) oder ca. 30% VO₂ max (Kamijo et al., 2009):
keine Effekte von akuter Belastung auf anschließende kognitive Leistung
- Moderat:
 - Ca. 40-60% der VO₂R/HFR bzw. 64-77% der max. HF:
positive Effekte von akuter Belastung auf anschließende kognitive Leistung
- Hohe:
 - Ca. 60% der anaeroben Schwelle (Cordova et al., 2009):
keine Effekte von akuter Belastung auf auf anschließende kognitive Leistung

Aber: nur 2 Studien mit älteren Erwachsenen haben die Intensität der Belastung variiert.
Die kognitive Leistung wurde jeweils nach der akuten Belastung erhoben.

Dauer

- Bisher untersuchte Belastungsdauern in Studien mit älteren Erwachsenen: 10 bis 45 Minuten **LH4**
- Positive Effekte auf die kognitive Leistung (erhoben nach der körperlichen Belastung) bereits nach 10 Minuten Fahrrad fahren (Hyodo et al., 2012; Tsujii et al., 2013)
 - Eine kurze Belastung kann positive Auswirkungen auf die kognitive Leistung bei älteren Erwachsenen haben

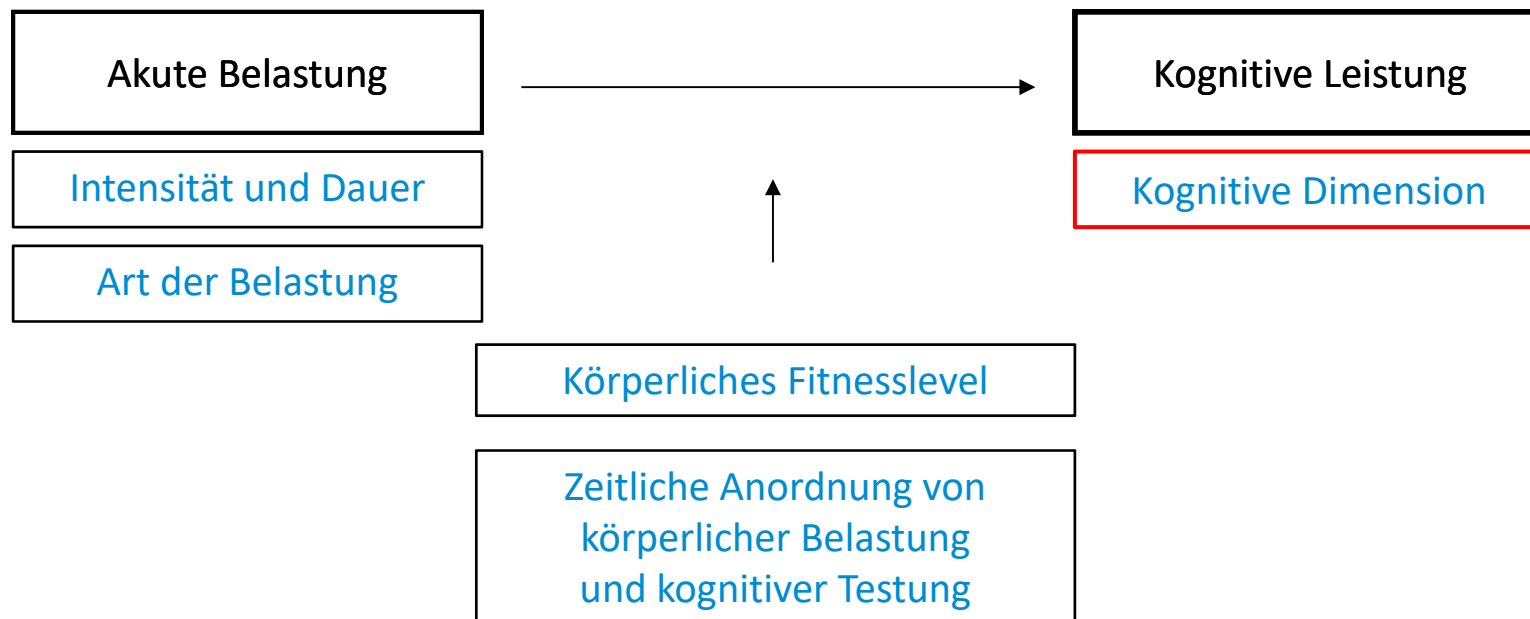
LH4

während oder nach Belastung ist meiner Meinung nach hier irrelevant

Lena Hübner; 02.11.2017

Kapitel 12.4.2: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Moderierende Faktoren

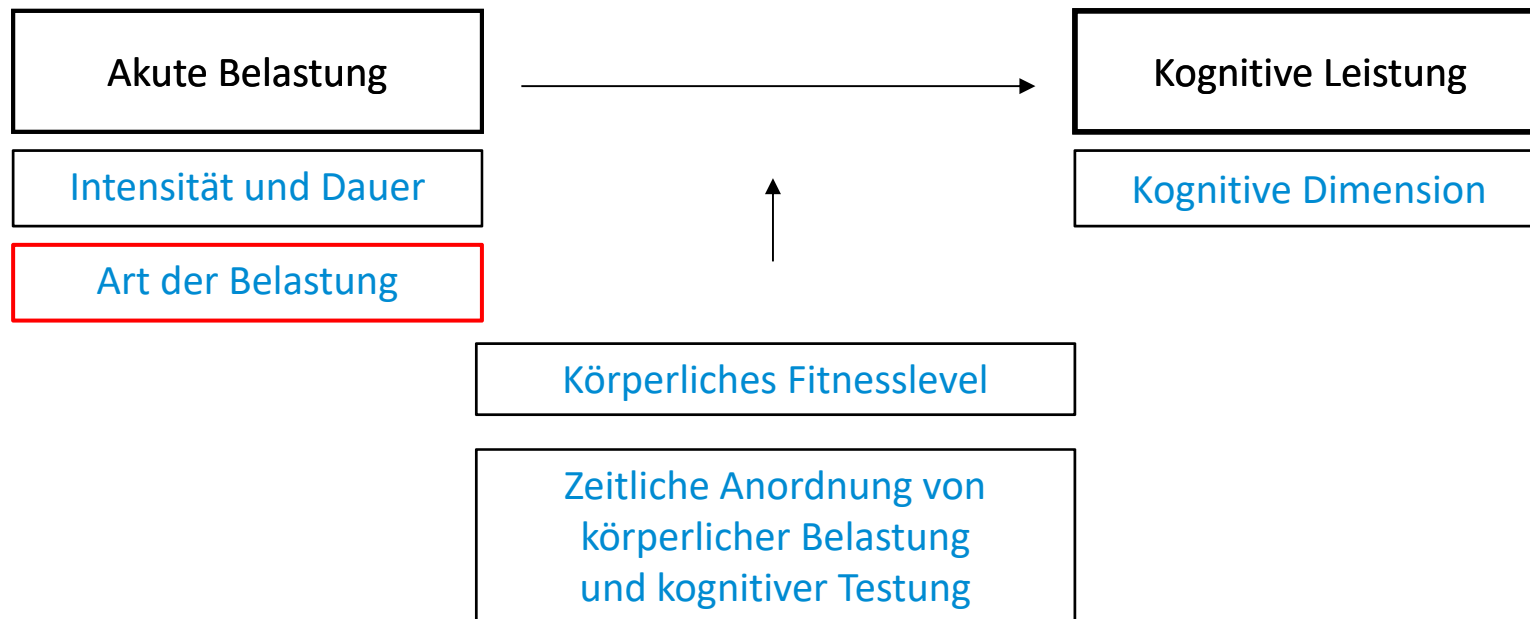


Kognitive Dimension

- Positive Effekte:
 - Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Stroop Test, Barella et al., 2010)
 - Arbeitsgedächtnisleistung (n-Back Test, Hogan et al., 2013)
 - Neuropsychologische Testbatterie (Molloy et al., 1988)
 - (Räumliche) selektive Aufmerksamkeit (Flanker Aufgabe, Kamijo et al., 2009)
- Keine Effekte:
 - Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit (Zahlen-Symbol-Test, Molloy et al., 1988)

Kapitel 12.4.2: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Moderierende Faktoren

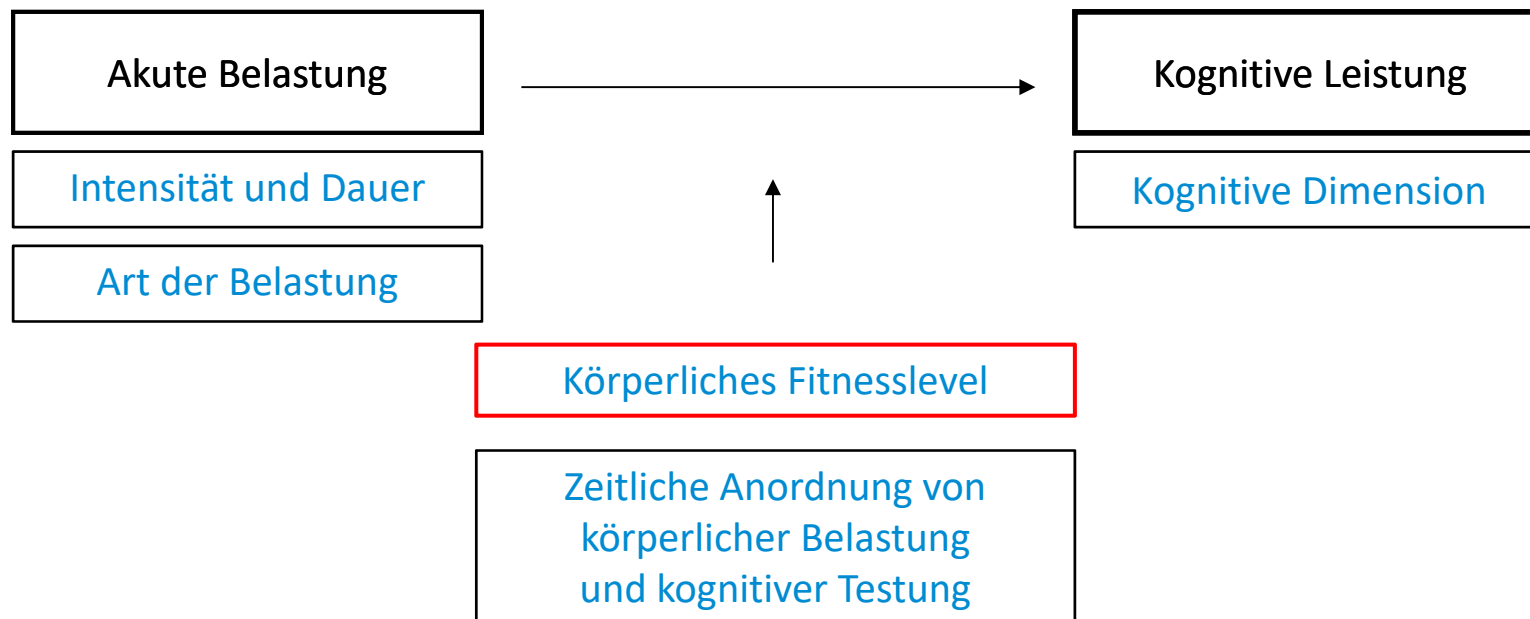


Art der Belastung

- Studien mit älteren Erwachsenen untersuchten bislang ausschließlich **Ausdauertraining** auf dem Fahrrad oder auf dem Laufband
- In anderen Altersgruppen wurden beispielsweise Auswirkungen von akutem Koordinations- (Kindesalter: Budde et al., 2008) oder Krafttraining (junge Erwachsene: Pontifex et al., 2009) auf die Kognition untersucht

Kapitel 12.4.2: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Moderierende Faktoren



Körperliches Fitnesslevel

- *Während* einer akuten Belastung:
 - Positiver Effekt für körperlich fitte Ältere (Pesce et al., 2011)
 - Kein Effekt für körperlich unfitte Ältere (Pesce et al., 2011)
- *Nach* einer akuten Belastung:
 - Unfitte ältere Erwachsene profitieren mehr als fitte Ältere (Netz et al., 2009)
vs.
 - Fitte ältere Erwachsene profitieren mehr als unfitte Ältere (Chang et al., 2015)

Kapitel 12.4.2: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Moderierende Faktoren

- Ein **Zusammenspiel verschiedenster Faktoren** moderiert den Einfluss akuter körperlicher Aktivität auf die kognitiven Funktionen bei älteren Erwachsenen.
- Mehr Studien sind notwendig, die diesen Zusammenspiel systematisch erforschen.

Kapitel 12.4.3: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Physiologische Erklärungsansätze

- Veränderter neuronaler Erregungszustand
- Veränderte hormonelle Prozesse
 - Mehr Ausschüttung von Cortisol, Testosteron, Dopamin
- Vermehrte Ausschüttung von Nervenwachstumsfaktoren (z.B. BDNF)
- Erhöhter zerebraler Blutfluss

Kapitel 12.4.3: Akute Effekte körperlicher Aktivität

Neurophysiologische Befunde

- Zusätzliche Aktivierung im präfrontalen Cortex (fNIRS: Hyodo et al., 2012; Tsujii et al., 2013) LH2
- Kürzere Latenzzeiten und größere Amplituden der P3 (EEG: Kamijo et al., 2009) LH3
- Stärkere Alpha Desynchronisation (EEG: Chang et al., 2015)

→ Neurophysiologische Korrelate für eine effektive/bessere Informationsverarbeitung

Folie 45

LH2

zu deinem Kommentar: vs Dietrich:

Lena Hübner; 02.11.2017

LH3

hier sind nur die Ergebnisse für die Alten zusammengefasst, dewegen Dietrich unpassend

Lena Hübner; 02.11.2017

Kapitel 12.4. Akute Effekte körperlicher Aktivität

Literaturverzeichnis - 1

- Audiffren, M. (2015). The Reticular-Activating Hypofrontality (RAH) Model of acute Exercise: Current Data and Future Perspectives. In T. McMorris (Ed.), *Exercise-Cognition Interaction: Neuroscience Perspective* (pp. 147-166): Elsevier.
- Barella, L. A., Etnier, J. L., & Chang, Y. K. (2010). The immediate and delayed effects of an acute bout of exercise on cognitive performance of healthy older adults. *Journal of Aging and Physical Activity, 18*(1), 87-98.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietrabyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters, 44*
- Chang, Y. K., Chu, C. H., Wang, C. C., Song, T. F., & Wei, G. X. (2015). Effect of acute exercise and cardiovascular fitness on cognitive function: an event-related cortical desynchronization study. *Psychophysiology, 52*(3), 342-351.
- Cordova, C., Silva, V. C., Moraes, C. F., Simoes, H. G., & Nobrega, O. T. (2009). Acute exercise performed close to the anaerobic threshold improves cognitive performance in elderly females. *Brazilian Journal of Medicine, Biology & Research, 42*(5), 458-464
- Dietrich, A., & Audiffren, M. (2011). The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. *Neuroscience & Biobehavior Reviews, 35*(6), 1305-1325.
- Hogan, C. L., Mata, J., & Carstensen, L. L. (2013). Exercise holds immediate benefits for affect and cognition in younger and older adults. *Psychology and Aging, 28*(2), 587-594.
- Hyodo, K., Dan, I., Suwabe, K., Kyutoku, Y., Yamada, Y., Akahori, M., . . . Soya, H. (2012). Acute moderate exercise enhances compensatory brain activation in older adults. *Neurobiology and Aging, 33*(11), 2621-2632.

Kapitel 12.4. Akute Effekte körperlicher Aktivität

Literaturverzeichnis -2

Kamijo, K., Hayashi, Y., Sakai, T., Yahiro, T., Tanaka, K., & Nishihira, Y. (2009). Acute effects of aerobic exercise on cognitive function in older adults. *The Journal of Gerontology Series B: Psychological Science and Social Science*, 64(3), 356-363.

Molloy, D. W., Beerschoten, D. A., Borrie, M. J., Crilly, R. G., & Cape, R. D. (1988). Acute effects of exercise on neuropsychological function in elderly subjects. *Journal of American Geriatric Society*, 36(1), 29-33.

Netz, Y., Argov, E., & Inbar, O. (2009). Fitness's moderation of the facilitative effect of acute exercise on cognitive flexibility in older women. *Journal of Aging and Physical Activity*, 17(2), 154-166.

Pesce, C., & Audiffren, M. (2011). Does acute exercise switch off switch costs? A study with younger and older athletes. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33(5), 609-626.

Pesce, C., Cereatti, L., Forte, R., Crova, C., & Casella, R. (2011). Acute and chronic exercise effects on attentional control in older road cyclists. *Gerontology*, 57(2), 121-128.

Pontifex, M. B., Hillman, C. H., Fernhall, B., Thompson, K. M., & Valentini, T. A. (2009). The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(4), 927-934.

Tsujii, T., Komatsu, K., & Sakatani, K. (2013). Acute effects of physical exercise on prefrontal cortex activity in older adults: a functional near-infrared spectroscopy study. In W. J. Welch (Ed.), *Oxygen transport to tissue XXXIV* (pp. 293-298). New York: Springer.

Vasques, P. E., Moraes, H., Silveira, H., Deslandes, A. C., & Laks, J. (2011). Acute exercise improves cognition in the depressed elderly: the effect of dual-tasks. *Clinics (Sao Paulo)*, 66(9), 1553-1557.

Kapitel 12.6: Körperliche Aktivität zur Förderung der psychischen Gesundheit

Kapitel 12.6: Körperliche Aktivität zur Förderung der psychischen Gesundheit

Körperliche
Aktivität






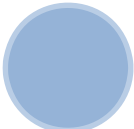


Psychisches Wohlbefinden
(Selbstwertgefühl, Glück, Lebenszufriedenheit)
(Möller, 1999; Windle, et al., 2010).



Annahme:

Körperliche Aktivität → lindert Symptome psychischer Erkrankungen und
→ beugt dem Auftreten psychischer Störungen vor (Mammen & Faulkner, 2013).

Kapitel 12.6.1: Körperliche Aktivität und Depression

-  Gedrückte Stimmung
-  Vermindertes Selbstwertgefühl
-  Interessensverlust
-  Freudlosigkeit
-  Vermindertes Selbstvertrauen
-  Verminderung des Antriebs

Gängige Behandlungsmethode



Antidepressiva

Kapitel 12.6.1: Körperliche Aktivität und Depression

- Ein aktiver Lebensstil kann das Erkrankungsrisiko für eine Depression reduzieren (Hassmen et al., 2000).
- Experimentellen Studien bestätigen den antidepressiven Effekt körperlicher Aktivität (Blumenthal et al., 1999).



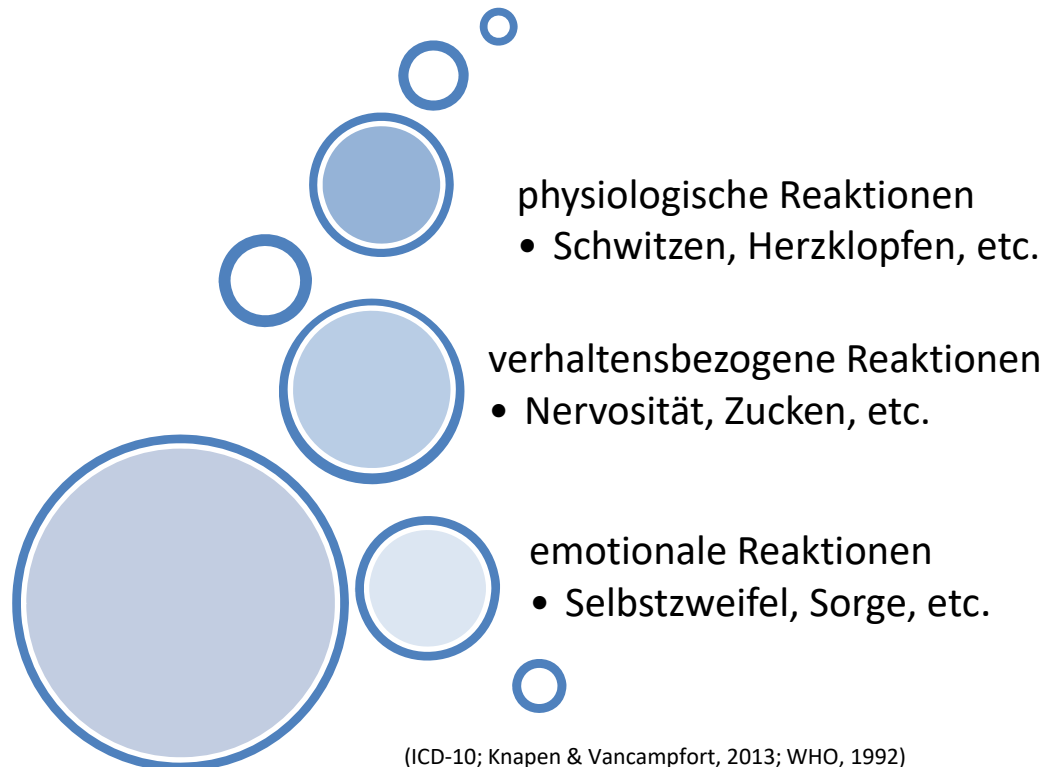
Körperliche Aktivität als ergänzende Therapiemöglichkeit?

Erkenntnisse zur Art der körperlichen Aktivität und zu den Trainingsparametern:

- Kombiniertes Ausdauer- und Krafttraining möglicherweise effektiver als ein reines Ausdauer- oder Krafttraining (Rethorst et al., 2009).
- Moderates Training an 5-7 Tagen/ Woche; mind. 30 Minuten/ Tag (Ekkekakis & Backhouse, 2014).
- Mindestlänge des Bewegungsprogrammes: 3 Monate (Ekkekakis & Backhouse, 2014).

Kapitel 12.6.2: Körperliche Aktivität und Angststörungen

Angststörung ist ein Sammelbegriff für psychische Beeinträchtigungen, bei denen eine krankhafte, unbegründete Angst auftritt (Ekkekakis & Backhouse, 2014).



Gängige Behandlungsmethode



Antidepressiva

(Goncalves & Byrne, 2012; Wipfli et al., 2008)

Kapitel 12.6.2: Körperliche Aktivität und Angststörungen

- Regelmäßige körperliche Aktivität führt in allen Altersgruppen zur Reduktion der allgemeinen Angstsymptome (Herring et al., 2013; Wegner et al., 2014).
 - Körperliche Aktivität als risikoarme Alternative/ Ergänzung zur medikamentösen Therapie.
 - Evidenz zur Wirkung körperlicher Aktivität bei Angststörungen weniger einheitlich als bei Depressionen (Snowden et al., 2010).



Körperliche Aktivität als ergänzende Therapiemöglichkeit?

Erste Erkenntnisse zur Art der körperlichen Aktivität und zu den Trainingsparametern:

- Sowohl Ausdauer als auch Krafttraining zeigen positive Effekte (Cassilhas et al., 2010; Herring et al., 2013).
- Training an 3 – 4 Tagen/ Woche optimal (Wipfli et al., 2008).
- Mindestlänge des Bewegungsprogrammes: 10 Wochen (Petruzzello et al., 1991).

Kapitel 12.6.3: Körperliche Aktivität und allgemeines Wohlbefinden

Körperliche
Aktivität



Allgemeines Wohlbefinden, Stimmung und
Lebensqualität



Erkenntnisse zur Art der körperlicher Aktivität und zu den Trainingsparametern:

- Training mit geringer Intensität an 3-5 Tagen/ Woche; 30-35 Minuten/ Tag (Reed & Buck, 2009).
- Training mit selbstgewählter Intensität, welche als angenehm empfunden wird (Ekkekakis & Backhouse, 2014).
- Länge des Bewegungsprogrammes: 10 - 12 Wochen (Reed & Buck, 2009).

Kapitel 12.6.4: Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und psychischer Gesundheit

HPA-Achse:

= *Aktivität der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse*

Erhöhte Cortisol-Produktion bei ca. 50-60% der Depressions- (Ströhle, 2003; Wegner et al., 2014) und Angstpatienten (Schreiber et al., 1996).



Langfristig scheint eine gute körperliche Fitness mit geringerer Reaktivität der HPA-Achse auf akute Stressoren in Verbindung zu stehen (Rimmele et al., 2009).

Kapitel 12.6.4: Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und psychischer Gesundheit

Neurotransmitter:

- Störung von Produktion & Transport bei depressiven Personen (Lopresti et al., 2013; Maletic et al., 2007).
- Depression: geringe Serotonin-Verfügbarkeit und Veränderungen der Serotoninrezeptoren im synaptischen Spalt (Carr & Lucki, 2011).
- Angststörung: Serotonin bisher kontrovers diskutiert.
- Behandlungsform beider Krankheiten: Erhöhung der Serotonin-konzentration im synaptischen Spalt (Blier & de Montigny, 1994; Wegner et al., 2014) .

Kapitel 12.6.4: Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zwischen körperlicher Aktivität und psychischer Gesundheit

Wachstumsfaktor BDNF (Brain-derived neurotrophic factor):

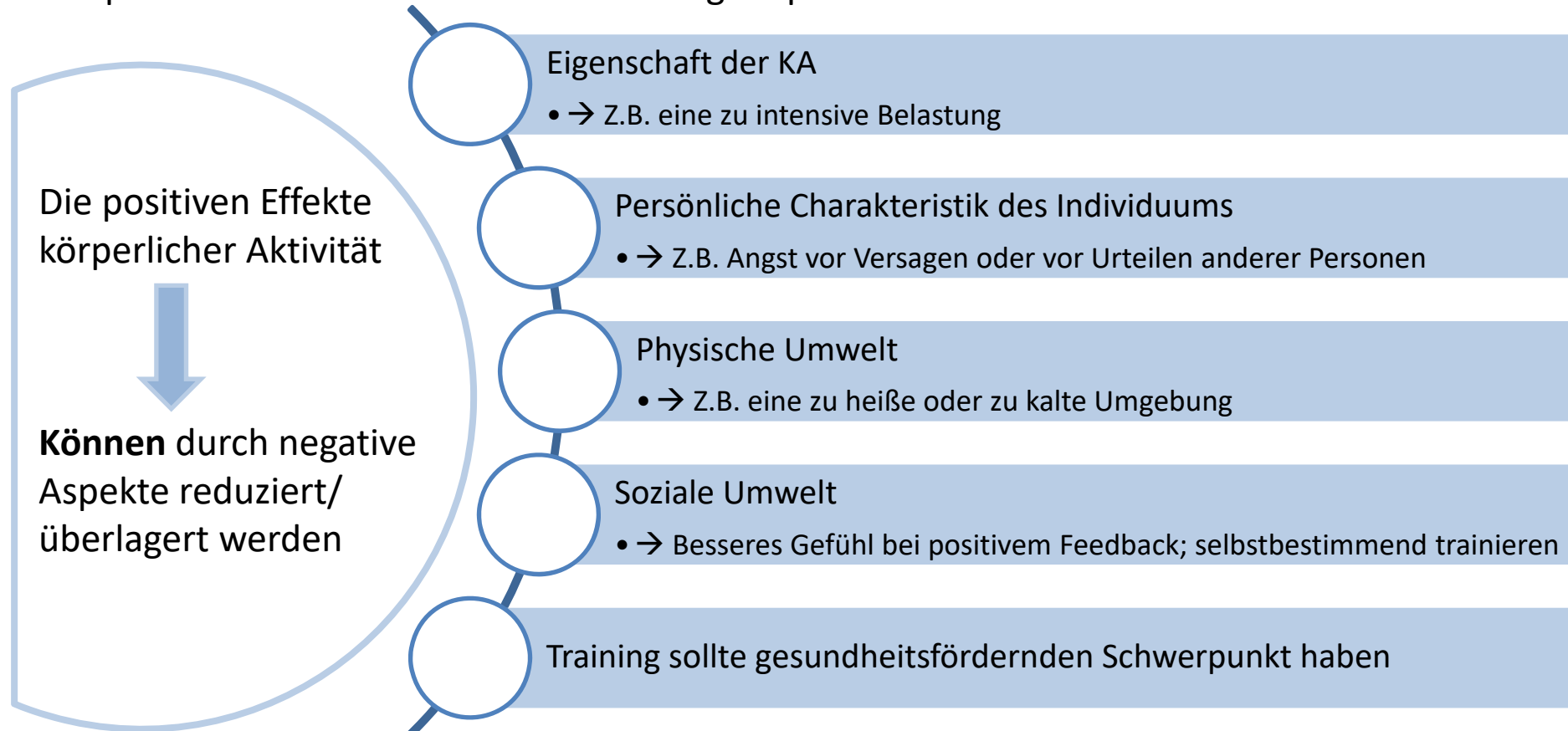
- ↓ BDNF-Level im Hippocampus (Duman & Monteggia, 2006) und Peripherie (Karege et al., 2002; Molendijk et al., 2014) → depressive Symptome.



Annahme: Subchronischer oxidativer Stress führt zur Abnahme der BDNF-Konzentration (Salim et al., 2011).

- Regelmäßige und akute körperlicher Aktivität kann zur Erhöhung des BDNF-Levels führen (Huang et al., 2014; Szuhany et al., 2015).

Kapitel 12.6.5: Limitationen der Wirkung körperlicher Aktivität



Kapitel 12: Zusammenfassung

