

## Editorial

*Katrin Hille, Laura M. Walk*

Die Erforschung der exekutiven Funktionen (EF) begann mit einem Unfall. 1848 schoss sich Phineas Gage bei Sprengarbeiten eine Eisenstange durch den Kopf. Das erregte die Aufmerksamkeit seiner Zeit. Zum einen weil er überlebte, zum anderen weil an seinem Fall ein Disput über das Gehirn geklärt werden konnte. Hatte das Gehirn verschiedene Bereiche, die für verschiedene Funktionen verantwortlich waren? Oder war das Gehirn eine homogene Masse, bei der alles für alles verantwortlich war? In diesem Fall wäre ein Unfall wie der von Gage zwar nicht schön, weil etwas von dieser Masse verloren geht. Aber es wäre letztlich unerheblich, ob das hinten oder vorne, links oder rechts passierte. Im ersten Fall würde man spezifische Ausfälle erwarten. Und die zeigten sich. Vor dem Unfall war Gage ein verantwortungsbewusster Mensch und Vorarbeiter, der gut mit anderen zurechtkam. Nach dem Unfall hatte er sich wenig im Griff und begann Menschen zu meiden.<sup>1</sup> Ihm fehlte, was er vorher hatte und heute beschrieben wird als exekutive Funktionen (EF). Bis zur Mitte des letzten Jahrhunderts waren sie allerdings vor allem unter dem Namen der Frontalhirnfunktionen bzw. bei deren Fehlen oder Schädigung als Frontalhirnsyndrom in der Medizin bekannt. Dieses hat sogar einen Eintrag in der Internationalen Klassifikation der Krankheiten (*DIMDI* 2016) unter F 07.

Von der Medizin aus gelangten das Konzept und der Begriff der EF über die Neuropsychologie in die Entwicklungspsychologie und wurden nicht mehr nur klinisch verstanden. Es begannen Untersuchungen zur Entwicklung der EF in Stichproben mit gesunden Kindern (*Blair* 2016). In der Entwicklungspsychologie trafen die EF auf ein ähnliches Konzept, das der Selbstregulation (SR). Der Begriff der Selbstregulation ist weitverbreitet, aber schlecht definiert. Oft wird darunter die Steuerung des Selbst durch das Selbst verstanden (*Burman/Green/Shanker* 2015). SR beinhaltet damit die bewusste Steuerung von Gedanken, Gefühlen und Verhalten. EF werden dafür als die Grundlage einer solchen Steuerung gesehen, wobei die Testinstrumente nicht immer eindeutig einem der beiden Konzepte zuzuordnen sind und es zu Überschneidungen kommt (siehe *Evers* u.a. in diesem Heft). Nach der Entwicklungspsychologie wurden die EF auch von der pädagogischen Psychologie und amerikanischen Erziehungswissenschaftlern aufgegriffen, weil sie sich als wichtige Faktoren für Schulreife und Schulerfolg herausstellten (*Blair* 2016). Auch in die Sportwissenschaften hat das Konzept Eingang gefunden, weil sich zeigte, dass über körperliche Aktivi-

tät eine Förderung der EF möglich ist (siehe dazu *Schott* u.a. sowie *Eckenbach/Neuber* in diesem Heft). Letztlich erreichten die EF auch die pädagogische Praxis (*Kubesch* 2014).

Die zunehmende Bedeutung der EF über die Grenzen der Disziplinen hinweg macht sich auch in der Anzahl der zu diesem Thema veröffentlichten Artikel bemerkbar: PubMed<sup>2</sup> listete in den 80er Jahren jährlich durchschnittlich sechs Artikel zu dem Stichwort „executive functions“. In den beiden letzten Jahren 2014 und 2015 waren es über 2.500 Artikel jährlich.

Doch was genau sind diese EF? EF sind grundlegende kognitive Fähigkeiten, die das Denken und Handeln steuern, und werden deshalb auch oft mit einem Regisseur im Theater, einem Dirigenten im Orchester oder einem Kapitän auf der Kommandobrücke verglichen. Im engeren Sinne bestehen sie aus drei unabhängigen, aber zusammen wirkenden Kernkomponenten (*Miyake* u.a. 2000): (A) dem Arbeitsgedächtnis, (B) der kognitiven Flexibilität und (C) der Inhibition von nahe liegenden Reaktionen. (A) Das Arbeitsgedächtnis gilt als mentaler Notizblock. Es sind die kognitiven Prozesse, die dafür sorgen, dass notwendige Informationen bereitgehalten werden und mit ihnen operiert werden kann (*Cowan* 1998). Damit ist das Arbeitsgedächtnis wichtig, um Pläne zu schmieden und zielgerichtet zu handeln. (B) Die kognitive Flexibilität beschreibt die Fähigkeit, zwischen verschiedenen Aufgaben hin- und herzuwechseln (*Allport/Styles/Hsieh* 1994; *Monsell* 2003) und damit das Verhalten bei sich ändernden Anforderungen oder Prioritäten umzustellen. Auch ermöglicht dieses flexible Denken, neue Perspektiven einzunehmen und zwischen unterschiedlichen Sichtweisen zu wechseln. (C) Die Inhibition hilft, spontanen Impulsen zu widerstehen. Sie beschreibt die Fähigkeit, willentlich eine dominante oder automatische Reaktion zu unterdrücken (*Logan/Cowan* 1984). Um die Aufmerksamkeit zu fokussieren, können mit einer guten Inhibition ablenkende Reize ausgeblendet werden. In den empirischen Beiträgen dieses Heftes wird mindestens eine dieser Fähigkeiten erhoben. Im Beitrag von *Evers* u.a. wurden bei Kindergartenkindern alle drei Bereiche getestet.

EF bilden die Grundlage für höhere kognitive Leistungen wie z.B. Urteilsvermögen, Planung, Entscheidungsfindung, Strukturierung und Durchführung von Aufgaben sowie für das Erkennen und Beheben von Fehlern (*Baddeley/Della Salla* 2003; *Carlson* 2003; *Roberts* 2003). Sie werden besonders wichtig, wenn eine schnelle und flexible Anpassung des Verhaltens erforderlich ist (*Zelazo* u.a. 2003). EF stellen Regulations- und Kontrollmechanismen dar, die zielorientiertes und situationsangepasstes Verhalten ermöglichen (*Blair* 2002; *Miller/Cohen* 2001). Damit sind EF auch für sozial-emotionale Kompetenzen und sozial angemessenes Verhalten von großer Bedeutung (*Kochanska/Murray/Harlan* 2000; *Rhoades/Greenberg/Domitrovich* 2009) und unterstützen die Emotionsregulation (*Carlson/Wang* 2007). Gut ausgeprägte EF gehen einher mit Erfolg in der Schule. Schüler mit solchen EF zeigen positive Arbeitsgewohnheiten: sie arbeiten sorgsamer, selbstständiger und verlässlicher und sie engagieren sich mehr beim Lernen (*Rimm-Kaufman* u.a. 2009). Sie können besser lesen (*McClelland* u.a. 2007; *Rimm-Kaufman* u.a. 2009) und haben einen größeren Wortschatz als Schüler/innen mit weniger gut ausgeprägten EF (*McClelland* u.a. 2007). Schüler/innen mit gut ausgeprägten EF zeigen bessere Leistungen in Mathematik (*Espy* u.a. 2004; *McClelland* u.a. 2007; *Welsh* u.a. 2010) und lernen generell leichter (*McClelland* u.a. 2007; *Raver* u.a. 2011). Sie bekommen im Durchschnitt bessere Zensuren, haben weniger unentschuldigte Fehltage, machen mehr Hausaufgaben und beginnen damit früher (*Duckworth/Seligman* 2005).

Gut ausgeprägte EF sind aber nicht nur hilfreich für die Schule. Sie stehen auch im Zusammenhang mit Erfolg im Leben (*Moffitt* u.a. 2011): Kinder mit guter Selbstkontrolle

haben als junge Erwachsene mit höherer Wahrscheinlichkeit einen Schulabschluss und begehen weniger Straftaten als Gleichaltrige. Sie sind als Erwachsene im Vergleich gesünder und weniger abhängig von Nikotin, Alkohol oder Drogen. Und sie haben ihre Finanzen besser im Griff.

Nicht nur die Bedeutung der EF stehen im Fokus der Forschung, sondern auch die Möglichkeiten ihrer Förderung. Da eine wichtige Entwicklungsphase der EF von der (frühen) Kindheit bis ins Jugendalter reicht (*Diamond* 2002), ist diese Altersspanne für Interventionen und Programme zur Förderung besonders interessant. Für das Kindergartenprogramm „Tools of the mind“ (*Bodrova/Leong* 2007) konnten nach mindestens einem Jahr bessere EF nachgewiesen werden (*Diamond* u.a. 2007). Ebenso verbessern verschiedene spielerische Übungen und Rollenspiele die EF und SR von Kindergartenkinder (*Schmitt* u.a. 2015; *Thibodeau* u.a. 2016). Außerdem zeigen Computerprogramme Wirkung. Vorschulkinder, die mit einem Computerprogramm übten, verbesserten dadurch ihre exekutive Aufmerksamkeit (*Rueda* u.a. 2005; *Streb* u.a. 2012). Mit einem anderen Computerprogramm kann das Arbeitsgedächtnis verbessert werden, wie eine wachsende Anzahl von Studien an Kindergartenkindern (*Thorell* u.a. 2009), Grundschulkindern (*Holmes/Gathercole* 2014; *Holmes/Gathercole/Dunning* 2009) und Erwachsenen (*Brehmer/Westerberg/Bäckman* 2012) zeigt.

EF lassen sich, wie oben erwähnt, auch durch körperliche Aktivität trainieren (*Best* 2010), wie Studien an Grundschulkindern (*Best* 2012; *Davis* u.a. 2011; *Lakes/Hoyt* 2004), Sekundarschüler/innen (*Kubesch* u.a. 2009) und Erwachsenen (*Stroth* u.a. 2010) belegen. Dabei zeigt sich, dass EF sowohl von akuten Belastungen, regelmäßigen sportlichen Aktivitäten sowie Bewegungsformen mit kognitiver Beteiligung profitieren (*Best* 2010).

Es zeigt sich, dass es viele Möglichkeiten gibt, EF zu verbessern. Alle diese Optionen haben einen gemeinsamen Kern: Der Lerner investiert Zeit und übt ständig mit herausfordernden Aktivitäten, wobei vor allem Kinder mit schwach ausgeprägten EF besonders stark von der jeweiligen Förderung profitieren (*Diamond/Lee* 2011).

Das Schwerpunktheft umfasst fünf Beiträge, darunter vier empirische. Wie bereits erwähnt, geht es in zwei Beiträgen um die Förderung der EF durch körperliche Bewegung. *Eckenbach/Neuber* beschreiben die Förderung von EF über Bewegungsspiele für Schüler/innen der Klasse 6. Über 20 Wochen hinweg wurden kognitiv anspruchsvolle Bewegungsinterventionen für die Experimentalgruppe in den Sportunterricht integriert. Ihre Inhibitionsfähigkeit verbesserte sich daraufhin im Vergleich zur Kontrollgruppe. Im Beitrag von *Schott* u.a. geht es um die Förderung der EF durch akute körperliche Belastung. Schüler/innen zwischen 12 und 17 Jahren bearbeiteten eine modifizierte Flankeraufgabe nach einer Ruhephase und ein anderes Mal nach einer Ausdauerbelastung. Nach letzterer reagierten die Schüler/innen schneller bei der Flankeraufgabe. Bei den leistungsschwächeren Jugendlichen stieg auch die Lösungsrate nach der intensiven Ausdauerbelastung.

*Quante* u.a. stellen eine weitere Fördermöglichkeit vor. In diesem nicht-empirischen Beitrag wird ein Qualifizierungskonzept für pädagogische Fachkräfte in Kindertageseinrichtungen („EMIL“) beschrieben. Die Qualifizierung wurde vor dem Hintergrund von Forschungsergebnissen zur Bedeutung, Entwicklung und Förderung von EF konzipiert, um die SR der Kinder zu stärken. Diese Stärkung sollte über die Qualifizierung der pädagogischen Fachkräfte erfolgen, die angeleitet wurden, den eigenen pädagogischen Alltag durch die „EMIL-Brille“ zu betrachten und zu reflektieren. Der Artikel stellt die Grundlagen, die Vorgehensweise und die Inhalte der Qualifizierung dar.

Ob eine solche Qualifizierung tatsächlich die SR der Kinder stärkt, muss durch eine geeignete Evaluation belegt werden, die gleichzeitig durchgeführt wurde. Ein Artikel zu den Ergebnissen dieser Evaluation ist in Vorbereitung. Die Ergebnisse der Prätests, dargestellt von *Evers* u.a., liefern Hinweise für den Zusammenhang zwischen verschiedenen Messinstrumenten der EF und SR sowie von beobachtbarem Alltagsverhalten. Dafür wurden über 200 Kindergartenkinder mit einer Testbatterie untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass das beobachtbare Verhalten der Kinder sowohl mit den Verhaltenstest zu EF und SR korrelierte, als auch mit den kognitiven Tests zu EF. Der Artikel diskutiert, inwieweit damit eine Unterscheidung zwischen den Instrumenten zur Messung von EF und SR überhaupt möglich und nützlich ist.

Der Beitrag von *Fracchia* u.a. beschreibt eine Studie mit argentinischen Kindergartenkindern. Die Kinder haben Planungs- und Arbeitsgedächtnisaufgaben gelöst und wurden hinsichtlich ihres sozioökonomischen Status für die Auswertung in zwei Gruppen eingeteilt: die Gruppe, in der die Grundbedürfnisse befriedigt sind und die, in der sie es nicht sind. Die Autor/innen haben für ihre Auswertung nicht nur Mittelwerte verglichen, sondern Lösungsprofile identifiziert. Sie möchten damit zeigen, wie wichtig die Betrachtung individueller Unterschiede ist. Auf diese Art und Weise, so argumentieren die Autor/innen, kann das Verhalten der Kinder bei solchen Aufgaben besser verstanden werden.

In einer Rezension beschreibt *Hepp* die Spielesammlung „Achtung! Fertig! Fex!“, die zur spielerischen Förderung der EF durch Bewegung konzipiert wurde. Sie hatte die Spielesammlung im Rahmen ihrer Masterarbeit im Kindergarten und in ersten Klassen eingesetzt und berichtet dabei von ihren Eindrücken und Erfahrungen.

Damit deckt das Schwerpunktheft ein breites Themenfeld zu EF und SR ab. Es sind sowohl Beiträge zur Förderung wie auch zur Messung der EF, Beiträge zu EF bei Kindergartenkindern und bei Schüler/innen, empirische Beiträge und ein theoretischer enthalten.

Mit diesem Schwerpunktheft sollen das Konzept der exekutiven Funktionen sowie die verwandte Selbstregulation auch im deutschen Sprachraum bekannter gemacht und interdisziplinär verankert werden.

## Anmerkungen

- 1 Für eine Besprechung des Falles Phineas Gage siehe *Fleischman* (2002).
- 2 Siehe Pubmed [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/) unter dem Schlagwort „executive functions“.

## Literatur

- Allport, D.A./Styles, E.A./Hsieh, S.* (1994): Shifting intentional set: Exploring the dynamic control of tasks. In: *Umiltá, C./Moscovitch, M.* (Hrsg.): Attention and performance XV: Conscious and nonconscious information processing. – Cambridge, MA, S. 421-452.
- Baddeley, A./Della Salla, S.* (2003): Working memory and executive control. In: *Roberts, A.C./Robbins, T.W./Weiskrantz, L.* (Hrsg.): The prefrontal cortex. Executive and cognitive functions. – Oxford, S. 9-21.
- Best, J.R.* (2010): Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30, 4, S. 331-351.
- Best, J.R.* (2012): Exergaming immediately enhances children's executive function. *Developmental Psychology*, 48, 5, S. 1501-1510. doi: 10.1037/a0026648
- Blair, C.* (2002): School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist*, 57, 2, S. 111-127.

- Blair, C. (2016): Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, S. 102-107.
- Bodrova, E./Leong, D. (2007): *Tools of the Mind: The Vygotskian approach to Early Childhood Education*. – New Jersey.
- Brehmer, Y./Westerberg, H./Bäckman, L. (2012): Working-memory training in younger and older adults: Training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6.
- Burman, J.T./Green, C.D./Shanker, S. (2015): On the meanings of self-regulation: Digital Humanities in service of conceptual clarity. *Child Development*, 86, 5, S. 1507-1521.
- Carlson, S.M. (2003): Executive Function in Context: Developmental, Measurement, Theory, and Experience. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, S. 138-151.
- Carlson, S.M./Wang, T.S. (2007): Inhibitory control and emotion regulation in preschool children. *Cognitive Development*, 22, 4, S. 489-510.
- Cowan, N. (1998): Visual and auditory working memory capacity. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 3, S. 77-78.
- Davis, C.L./Tomporowski, P.D./McDowell, J.E./Austin, B.P./Miller, P.H./Yanasak, N.E./Allison, J.D./Naglieri, J.A. (2011): Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30, 1, S. 91-98.
- Diamond, A. (2002): Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood – Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In: *Stuss, D.T./Knight, R.T.* (Hrsg.): *Principles of frontal lobe function*. – London, S. 466-503.
- Diamond, A./Barnett, W.S./Thomas, J./Munro, S. (2007): Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318, 5855, S. 1387-1388.
- Diamond, A./Lee, K. (2011): Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333, 6045, S. 959-964.
- DIMDI (2016): ICD-10-WHO Version 2016: Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme. Online verfügbar unter: <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-who/index.htm>, Stand: 17.10.2016.
- Duckworth, A.L./Seligman, M.E. (2005): Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science*, 16, 12, S. 939-944.
- Espy, K.A./McDiarmid, M.M./Cwik, M.F./Stalets, M.M./Hamby, A./Senn, T.E. (2004): The Contribution of Executive Functions in Emergent Mathematic Skills in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*, 26, 1, S. 465-486.
- Fleischman, J. (2002): *Phineas Gage: A gruesome but true story about brain science*. – New York.
- Holmes, J./Gathercole, S.E. (2014): Taking working memory training from the laboratory into schools. *Educational Psychology*, 34, 4, S. 440-450.
- Holmes, J./Gathercole, S.E./Dunning, D.L. (2009): Adaptive training leads to sustained enhancement of poor working memory in children. *Developmental Science*, 12, 4, S. F9-15.
- Kochanska, G./Murray, K.T./Harlan, E.T. (2000): Effortful control in early childhood: continuity and change, antecedents, and implications for social development. *Developmental Psychology*, 36, 2, S. 220-232.
- Kubesch, S. (Hrsg.) (2014): *Exekutive Funktionen und Selbstregulation*. – Bern.
- Kubesch, S./Walk, L./Spitzer, M./Kammer, T./Lainburg, A./Heim, R./Hille, K. (2009): A 30-Min Physical Education Program Improves Students' Executive Attention. *Mind, Brain and Education*, 3, 4, S. 235-242.
- Lakes, K.D./Hoyt, W.T. (2004): Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 25, 3, S. 283-302.
- Logan, G.D./Cowan, W.B. (1984): On the Ability to Inhibit Thought and Action: A Theory of an Act of Control. *Psychological Review*, 91, 3, S. 295-327.
- McClelland, M.M./Cameron, C.E./Connor, C.M./Farris, C.L./Jewkes, A.M./Morrison, F.J. (2007): Links between behavioral regulation and preschoolers' literacy, vocabulary, and math skills. *Developmental Psychology*, 43, 4, S. 947-959.
- Miller, E.K./Cohen, J.D. (2001): An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 1, S. 167-202.
- Miyake, A./Friedman, N.P./Emerson, M.J./Witzki, A.H./Howerter, A./Wager, T.D. (2000): The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 1, S. 49-100.

- Moffitt, T.E./Arseneault, L./Belsky, D./Dickson, N./Hancox, R.J./Harrington, H./Houts, R./Poulton, R./Roberts, B.W./Ross, S./Sears, M.R./Thomson, W. M./Caspi, A. (2011): A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 7, S. 2693-2698.
- Monsell, S. (2003): Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 3, S. 134-140.
- Raver, C.C./Jones, S.M./Li-Grining, C./Zhai, F./Bub, K./Pressler, E. (2011): CSRP's Impact on low-income preschoolers' preacademic skills: Self-regulation as a mediating mechanism. *Child Development*, 82, 1, S. 362-378.
- Rimm-Kaufman, S.E./Curby, T.W./Grimm, K.J./Nathanson, L./Brock, L.L. (2009): The contribution of children's self-regulation and classroom quality to children's adaptive behaviors in the kindergarten classroom. *Developmental Psychology*, 45, 4, S. 958-972.
- Rhoades, B.L./Greenberg, M.T./Domitrovich, C.E. (2009): The contribution of inhibitory control to preschoolers' social-emotional competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 30, 3, S. 310-320.
- Roberts, A.C. (2003): Introduction. In: Roberts, A.C./Robbins, T.W./Weiskrantz, L. (Hrsg.): *The prefrontal cortex. Executive and cognitive functions.* – Oxford, S. 1-5.
- Rueda, M.R./Rothbart, M.K./McClelland, B.D./Saccomanno, L./Posner, M.I. (2005): Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102, 41, S. 14931-14936.
- Schmitt, S.A./McClelland, M.M./Tominey, S.L./Acock, A.C. (2015): Strengthening school readiness for Head Start children: Evaluation of a self-regulation intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 30, S. 20-31.
- Streb, J./Hille, K./Schoch, S./Susic-Vasic, Z. (2012): Aufmerksamkeits-Training fördert exekutive Funktionen von Kindergartenkindern. *Nervenheilkunde*, 31, 6, S. 450-454.
- Stroth, S./Reinhardt, R.K./Thöne, J./Hille, K./Schneider, M./Weidemann, W./Bös, K./Spitzer, M. (2010): Impact of aerobic exercise training on cognitive functions and affect associated to the COMT polymorphism in young adults. *Neurobiology of Learning and Memory*, 94, 3, S. 364-372.
- Thorell, L.B./Lindqvist, S./Bergman Nutley, S./Bohlin, G./Klingberg, T. (2009): Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12, 1, S. 106-113.
- Thibodeau, R.B./Gilpin, A.T./Brown, M.M./Meyer, B.A. (2016): The effects of fantastical pretend-play on the development of executive functions: An intervention study. *Journal of experimental child psychology*, 145, S. 120-138.
- Welsh, J.A./Nix, R.L./Blair, C./Bierman, K.L./Nelson, K.E. (2010): The Development of Cognitive Skills and Gains in Academic School Readiness for Children from Low-Income Families. *Journal of Educational Psychology*, 102, 1, S. 43-53.
- Zelazo, P.D./Muller, U./Frye, D./Marcovitch, S. (2003): The development of executive function. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68, 3, S. 93-119.