



Carmen Hofmann, Anna M. Stegmüller, Laura M. Walk

ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen, Universität Ulm

# Exekutive Funktionen: Welche Bedeutung haben sie für die Potenzialentfaltung von hochbegabten Kindern und Jugendlichen?

Open Access

KARG  
STIFTUNG 

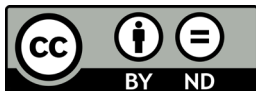
Carmen Hofmann, Anna M. Stegmüller, Laura M. Walk  
ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen, Universität Ulm

Exekutive Funktionen:  
Welche Bedeutung haben sie für die  
Potenzialentfaltung von hochbegabten  
Kindern und Jugendlichen?

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet abrufbar über [www.dnb.de](http://www.dnb.de)

Dieses Werk (inkl. aller Texte, Bilder und Grafiken) ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb des Urheberrechts, insbesondere die Vervielfältigung/Bearbeitung, Übersetzung, Verbreitung und Wiedergabe, bedarf der schriftlichen Zustimmung durch die Karg-Stiftung als Herausgeberin. Die Inhalte dürfen nicht zur Entwicklung, zum Training und/oder zur Anreicherung von KI-Systemen, insbesondere generativen KI-Systemen, verwendet werden. Die Nutzung der Inhalte für Text- und Data-Mining ist ausdrücklich vorbehalten und daher untersagt.



Die Publikation (mit Ausnahme aller Fotos, Grafiken und Abbildungen) ist unter der nachfolgenden Creative Commons Lizenz veröffentlicht:

CC BY-ND 4.0 International | <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>

1. Auflage, Frankfurt am Main

© 2025, Karg-Stiftung, Niddastr. 35, 60329 Frankfurt am Main

[www.karg-stiftung.de](http://www.karg-stiftung.de) | [www.fachportal-hochbegabung.de](http://www.fachportal-hochbegabung.de)

Verantwortlich: Dr. Ingmar Ahl, Vorstand

In Kooperation mit dem ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen, Universitätsklinikum Ulm, Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie III, Universität Ulm

Satz: ffj Design, Büro für Typografie und Gestaltung Offenbach, [www.ffj-design.de](http://www.ffj-design.de)

Coverabbildung: Carsten Kahl, [www.ck-graphics.com](http://www.ck-graphics.com)

URL: <https://doi.org/10.25656/01:34455>

## Die Autorinnen



Dr. Carmen Hofmann

ist Psychologin (M. Sc.) und Erzieherin. Seit Oktober 2016 ist sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen tätig. Im Rahmen ihrer Promotion beschäftigte sie sich – unter Verwendung von Verhaltens- und EEG-Messungen – mit den Auswirkungen des Schreibmediums auf den Schriftspracherwerb bei Kindern im Vorschulalter. Während ihres Studiums und in ihrer Tätigkeit am ZNL befasst sie sich im Rahmen grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung mit den Exekutiven Funktionen bei Kindergarten- und Grundschulkindern.



Anna M. Stegmüller

ist Psychologin (M. Sc.) und seit April 2018 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen tätig. Im Rahmen anwendungsorientierter Forschung liegt ihr Schwerpunkt in der wissenschaftlichen Evaluation und Umsetzung von Förderkonzepten zur Stärkung der Exekutiven Funktionen sowie der sozial-emotionalen Entwicklung von Kindern im Kindergarten- und Grundschulalter. Zudem qualifiziert sie pädagogische Fachkräfte in Kindertageseinrichtungen.



Laura M. Walk

ist Diplom-Sportwissenschaftlerin und seit 2009 wissenschaftliche Mitarbeiterin am ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen. Ihr Arbeitsschwerpunkt liegt auf der Förderung von Exekutiven Funktionen und Selbstregulation in unterschiedlichen Anwendungskontexten. In verschiedenen Projekten – unter anderem in Kooperation mit Schulen, Kindertageseinrichtungen und Sportvereinen – entwickelt sie entsprechende Konzepte, begleitet Implementierungsprozesse und führt anwendungsorientierte Forschung mit der Praxis durch. Darüber hinaus qualifiziert sie pädagogische Fachkräfte im körperlichen, kognitiven und spielerischen Training Exekutiver Funktionen.

Die Autorinnen Dr. Carmen Hofmann, Anna M. Stegmüller und Laura M. Walk haben gleichberechtigt zur Erstellung der Expertise beigetragen. Die Reihenfolge der Nennung erfolgt alphabetisch und stellt keine Gewichtung der Beiträge dar.

Copyright Autorinnenfotos: Elvira Eberhardt/Universität Ulm

Das **ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen**, Universität Ulm versteht es als seine Aufgabe, bildungsrelevante Erkenntnisse der Neurowissenschaften, der Psychologie und der Erziehungswissenschaften für die Praxis nutzbar zu machen. Hierzu betreibt das ZNL Forschung mit der und für die Praxis, entwickelt und evaluiert Konzepte und begleitet Bildungseinrichtungen, Praktiker:innen sowie Entscheidungsträger:innen bei der Weiterentwicklung ihrer Arbeit.

# Zusammenfassung

Die wissenschaftliche Expertise untersucht die Bedeutung der Exekutiven Funktionen (EF) für die Potenzialentfaltung hochbegabter Kinder und Jugendlicher. Im Fokus stehen zentrale kognitive Steuerungsprozesse wie Arbeitsgedächtnis, Inhibition und kognitive Flexibilität, die wesentlich zur Selbstregulation, zu zielgerichtetem Handeln und zur Anpassungsfähigkeit beitragen.

Auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche werden theoretische Grundlagen zu EF und Intelligenz dargestellt, deren Überschneidungen und Abgrenzungen analysiert sowie Zusammenhänge mit Bildungserfolg, Lernverhalten und Potenzialentfaltung beleuchtet.

Die Entwicklung der EF ist ein komplexer, durch biologische, soziale und familiäre Faktoren beeinflusster Prozess. Defizite in den EF können dazu führen, dass Kinder und Jugendliche ihr kognitives Potenzial nicht vollständig entfalten. Hochbegabte benötigen anregende, kognitiv herausfordernde Lerngelegenheiten, die ihnen aufgrund ihrer schnellen Auffassungsgabe im (pädagogischen) Alltag jedoch oft fehlen. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung einer differenzierten Diagnostik der EF ergänzend zur Intelligenzmessung hervorgehoben, um individuelle Stärken und Entwicklungspotenziale frühzeitig zu erkennen und gezielt zu unterstützen.

In der Expertise wird dargestellt, wie die EF pädagogisch gefördert werden können, insbesondere auch mit Blick auf Underachievement. Eine gezielte Förderung – sowohl alltagsintegriert als auch durch strukturierte Programme – könnte daher neue Wege eröffnen, Potenziale wirksam und nachhaltig zu entfalten. Bisher fehlen jedoch spezifische, wissenschaftlich fundierte Förderkonzepte für hochbegabte Kinder und Jugendliche.

Die Expertise leistet einen Beitrag zur Auseinandersetzung mit den EF als Schlüsselkompetenzen im Kontext von Hochbegabung. Sie bietet wissenschaftliche Grundlagen, praxisnahe Empfehlungen und benennt Forschungsbedarfe, um Begabungsgerechtigkeit zu stärken und individuelle Entwicklungschancen gezielter zu unterstützen.

## **Schlüsselbegriffe:**

Exekutive Funktionen, Selbstregulation, Hochbegabung, Kindheit und Jugend, Intelligenz, Potenzial, Begabungsentfaltung, Entwicklung, Diagnostik, Förderung

# Abstract

This scientific report examines the importance of executive functions (EF) for the realization of potential in gifted children and adolescents. It focuses on central cognitive control processes such as working memory, inhibition, and cognitive flexibility, which are essential for self-regulation, goal-directed behavior, and adaptive functioning.

Drawing on an extensive review of the literature, this report outlines the theoretical foundations of EF and intelligence, examines their points of convergence and divergence, and explores their relevance to educational achievement, learning behavior, and talent development.

The development of EF is a complex process shaped by biological, social, and familial factors. Gifted children and adolescents in particular require stimulating and cognitively challenging learning opportunities. However, due to their rapid comprehension, such opportunities are often lacking in everyday (educational) settings. In this context, the importance of differentiated assessment of EF as a complement to intelligence testing is emphasized. This facilitates the early recognition of individual cognitive profiles and enables the design of targeted interventions that support optimal development.

The report outlines pedagogical approaches to foster EF, with particular attention to underachievement. Targeted support, either integrated into everyday contexts or delivered through structured programs, may open up new pathways for effectively unlocking individual potential. Specific, evidence-based intervention approaches especially designed for gifted children and adolescents are still lacking.

This report contributes to the discourse on EF as key competencies in the context of giftedness and the unfolding of cognitive potential. It provides theoretical foundations, practice-oriented recommendations, and identifies areas in need of further research, with the aim of strengthening educational equity and enhancing opportunities for individual development.

**Keywords:**

Executive Functions, Self-Regulation, Giftedness, Childhood and Adolescence, Intelligence, Potential, Talent, Talent Development, Development, Assessment, Educational Support

# Inhalt

|   |    |
|---|----|
| Vorwort .....   | 11 |
| Einführung und Ziel der Expertise .....   | 13 |
| 1. Grundlagen der Exekutiven Funktionen und der Intelligenz .....   | 16 |
| 1.1 Was sind Exekutive Funktionen und wie grenzen sie sich von verwandten<br>Konzepten ab? .....                                      | 16 |
| 1.1.1 Herausforderungen bei der Definition der Exekutiven Funktionen .....  | 16 |
| 1.1.2 Inhaltliche Beschreibung der Exekutiven Funktionen .....  | 17 |
| 1.1.3 Exekutive Funktionen und verwandte Konzepte: Abgrenzung und<br>Schnittmengen .....  | 20 |
| 1.2 In welchem Verhältnis stehen Exekutive Funktionen und Intelligenz? .....  | 22 |
| 1.2.1 Herausforderungen bei der Definition von Intelligenz. ....  | 23 |
| 1.2.2 Das Cattell-Horn-Carroll-Modell. ....   | 24 |
| 1.2.3 Theoretische und empirische Überschneidungen zwischen den Exekutiven<br>Funktionen und Intelligenz .....                        | 25 |
| 2. Die Bedeutung der Exekutiven Funktionen für Bildungserfolg und die Entwicklung<br>von besonderen Begabungen .....                  | 28 |
| 2.1 Welche Zusammenhänge zeigen sich zwischen Exekutiven Funktionen und<br>Bildungserfolg? .....                                      | 28 |
| 2.1.1 Zusammenhänge zwischen Exekutiven Funktionen und allgemeinem<br>Lernverhalten .....   | 28 |
| 2.1.2 Zusammenhänge zwischen Exekutiven Funktionen und verschiedenen<br>Lernleistungen .....  | 30 |
| 2.2 Wie gestalten sich die Zusammenhänge zwischen den Exekutiven Funktionen<br>und besonderen Begabungen? .....                       | 31 |
| 2.3 Welche Rolle spielen die Exekutiven Funktionen bei der Verwirklichung von<br>intellektuellen Potenzialen? .....                   | 33 |
| 2.3.1 Verknüpfung Exekutiver Funktionen mit weiteren Domänen .....  | 36 |
| 2.4 Welche Rolle spielen die Exekutiven Funktionen im Zusammenhang mit<br>schulischem Underachievement? .....                         | 37 |
| 3. Entwicklungsverläufe der Exekutiven Funktionen .....   | 40 |
| 3.1 Wie entwickeln sich die Exekutiven Funktionen im Kindes- und Jugendalter?. ....   | 40 |
| 3.1.1 3 bis 6 Jahre .....   | 41 |
| 3.1.2 6 bis 11 Jahre .....  | 42 |
| 3.1.3 11 bis 19 Jahre .....   | 43 |
| 3.2 Welche familiären und individuellen Faktoren stehen mit den Exekutiven<br>Funktionen und deren Entwicklung in Zusammenhang? ..... | 45 |
| 3.2.1 Sozioökonomischer Status .....  | 45 |
| 3.2.2 Sprache .....   | 47 |
| 3.2.3 Geschlecht .....  | 49 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.3   | Welche Faktoren beeinflussen die Entwicklung der Exekutiven Funktionen? . . . . .  | 51 |
| 3.4   | Welche Spezifika zeigen sich in der Entwicklung der Exekutiven Funktionen<br>bei besonders begabten Kindern und Jugendlichen? . . . . .                    | 52 |
| 3.5   | Welche Risikofaktoren bestehen für die Entwicklung der Exekutiven Funktionen<br>mit Blick auf besondere Begabungen? . . . . .                              | 53 |
| 3.5.1 | (Kognitive) Herausforderungen . . . . .  | 54 |
| 3.5.2 | Lerngelegenheiten . . . . .  | 54 |
| 3.5.3 | Psychosoziale Belastungen und Stress . . . . .   | 55 |
| 3.5.4 | Motivation (Achievement Orientation Model). . . . .  | 57 |
| 3.5.5 | Frühe Entwicklungsphasen . . . . .   | 58 |
| 3.5.6 | Soziale Interaktion und Peer-Beziehungen . . . . .   | 59 |
| 4.    | Erkennung und Erfassung der Exekutiven Funktionen . . . . .  | 61 |
| 4.1   | Wie können die Exekutiven Funktionen im Kindes- und Jugendalter erfasst werden? . .  | 61 |
| 4.1.1 | Besonderheiten bei der Erfassung der Exekutiven Funktionen . . . . .   | 61 |
| 4.1.2 | Einsatz von leistungsbasierten Tests . . . . .   | 62 |
| 4.1.3 | Einsatz von Beurteilungsverfahren . . . . .  | 66 |
| 4.1.4 | Differenzierung zwischen „heißen“ und „kühlen“ Exekutiven Funktionen . . . . .   | 68 |
| 4.2   | Inwieweit stellt die Erfassung der Exekutiven Funktionen eine Ergänzung zur<br>Intelligenzdiagnostik dar? . . . . .  | 69 |
| 4.2.1 | Zusammenhang zwischen Maßen für Exekutive Funktionen und Intelligenz . . .   | 69 |
| 4.2.2 | Mehrwert der Erfassung der Exekutiven Funktionen im Lern- und<br>Sozialverhalten bei besonderen Begabungen . . . . .                                       | 70 |
| 4.3   | Welche spezifischen Aspekte sind bei der Erfassung der Exekutiven Funktionen<br>bei besonders begabten Kindern und Jugendlichen zu beachten? . . . . .     | 71 |
| 4.3.1 | Auswahl der Verfahren . . . . .  | 72 |
| 4.3.2 | Durchführung der Verfahren. . . . .  | 73 |
| 4.3.3 | Interpretation der Ergebnisse . . . . .  | 74 |
| 5.    | Förderung der Exekutiven Funktionen als Beitrag zur Begabungsentfaltung und<br>Begabungsgerechtigkeit . . . . .  | 77 |
| 5.1   | Wie können die Exekutiven Funktionen von Kindern und Jugendlichen explizit<br>und implizit gefördert werden? . . . . .                                     | 77 |
| 5.2   | Welche Rolle spielen individuelle Einflussfaktoren für die Förderung von<br>Exekutiven Funktionen? . . . . .   | 84 |
| 5.3   | Gibt es veröffentlichte Konzepte zur Förderung der Exekutiven Funktionen<br>bei hochbegabten Underachiever:innen? . . . . .                                | 85 |
| 5.4   | Welche Anforderungen ergeben sich gegebenenfalls für die Förderung der<br>Exekutiven Funktionen von besonders begabten Kindern und Jugendlichen? . . . . . | 86 |
| 6.    | Zusammenfassende Empfehlungen und Ableitungen für Wissenschaft und Praxis. . . . .   | 89 |
| 6.1   | Welche Bedarfe ergeben sich für Wissenschaft und Forschung? . . . . .  | 89 |
| 6.1.1 | Grundlagenforschung . . . . .  | 89 |
| 6.1.2 | Anwendungsorientierte Forschung . . . . .  | 91 |

|   |    |
|---|----|
| 6.2 Förderung Exekutiver Funktionen von besonders begabten Kindern und Jugendlichen: Was braucht das pädagogische Umfeld? . . . . . | 91 |
| 6.2.1 Haltung als Grundlage des (pädagogischen) Handelns . . . . .  | 92 |
| 6.2.2 Strukturierte Förderung: ein Modell für die pädagogische Praxis . . . . .   | 93 |
| 6.2.3 Berücksichtigung des familiären Umfelds . . . . .   | 94 |
| 7. Exekutive Funktionen: Schlüsselkompetenzen für Bildungs- und Lebenswege . . . . .  | 96 |
| 8. Literatur . . . . .  | 98 |

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Integratives Modell der Exekutiven Funktionen (übersetzt von Miyake et al., 2000b) . . . . .   | 19 |
| Abbildung 2: Visualisierung eines Teils der Konstrukte im Kontext der Exekutiven Funktionen und deren Beziehung zu diesen (adaptiert von Diamond, 2013) . . . . .   | 22 |
| Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung eines hierarchischen Intelligenzstrukturmodells mit generellem g-Faktor (adaptiert von Schneider & McGrew, 2018). . . . .   | 24 |
| Abbildung 4: Das TAD-Modell nach Preckel (2021) mit den Prädiktoren und Indikatoren im Zusammenhang mit den Entwicklungsabschnitten und der zunehmenden Spezialisierung (Adaption von Koop, 2024) . . . . . | 34 |
| Abbildung 5: Abbildung nach dem <i>Achievement Orientation Model</i> von Siegle und McCoach (2005) und Siegle und Kolleginnen (2017) (Adaption von Koop, 2023) . . . . .                                    | 57 |
| Abbildung 6: Schematische Darstellung einer <i>n-back-Aufgabe</i> für $n = 0, 1, 2, 3$ (übersetzt von Aghajani, Garbey und Omurtag, 2017) . . . . .   | 63 |
| Abbildung 7: Schematische Darstellung einer <i>Flanker-Aufgabe</i> mit den verschiedenen Bedingungen (übersetzt von Cheng und Kolleg:innen, 2021) . . . . .   | 64 |
| Abbildung 8: Schematische Darstellung des <i>Farbe-Wort-Interferenztests</i> mit den verschiedenen Bedingungen (übersetzt von Tam, 2013) . . . . .  | 64 |
| Abbildung 9: Schematische Darstellung der <i>Dimensional Change Card Sort Task (DCCS)</i> nach Zelazo (2006) . . . . .  | 65 |
| Abbildung 10: Direkte und indirekte Fördererouten, die Programme und Maßnahmen bei der erfolgreichen Förderung der Exekutiven Funktionen berücksichtigen sollten (übersetzt von Diamond, 2012) . . . . .    | 79 |

## Tabellenverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Tabelle 1: Auswahl und Übersicht evaluierter Programme und Konzepte zur Förderung der Exekutiven Funktionen, durch die positive Effekte auf Teilkomponenten der Exekutiven Funktionen gezeigt werden konnten. . . . . | 80 |
|---|----|

# Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

Begabungen sind Potenziale, die sich nur dann entfalten können, wenn die Rahmenbedingungen stimmen. Ihre Entwicklung ist dabei nicht nur von der Umgebung und den Anreizen, die diese bietet, abhängig, sondern auch von anderen kognitiven Kompetenzen der Person. Eine zentrale Rolle spielen dabei die sogenannten Exekutiven Funktionen.

Unter diesem Begriff werden verschiedene kognitive Steuerungsprozesse zusammengefasst, die es ermöglichen, das eigene Verhalten bewusst zu steuern, planvoll zu handeln, die Aufmerksamkeit zu lenken und sich flexibel auf neue Anforderungen einzustellen. Die Exekutiven Funktionen stehen damit eng mit der Selbstregulation in Zusammenhang und bilden die Grundlage für selbstgesteuertes und eigenverantwortliches Handeln.

Besonders begabte Kinder und Jugendliche scheitern meist nicht am Lerninhalt: Sie erfassen Neues schnell und verstehen die Zusammenhänge oft problemlos. Wenn ihnen aber die Fähigkeiten fehlen, strukturiert an eine Aufgabe heranzugehen, in ihrer Antwort auf den Punkt zu kommen, einen Lösungsweg zu Ende zu denken und sich selbst zu regulieren, wenn etwas nicht sofort gelingt, bleiben sie höchstwahrscheinlich trotz ihres hohen Potenzials hinter den Anforderungen zurück. Die Stärkung ihrer Exekutiven Funktionen kann ihnen dabei helfen, ihre Potenziale besser zu nutzen, ihre Begabungen sichtbar werden zu lassen und ihre persönlichen Ziele zu erreichen.

Studien zeigen, dass die Exekutiven Funktionen nicht nur für schulisches Lernen und Bildungserfolg relevant sind, sondern auch für ein gesundes Aufwachsen, soziale Teilhabe, Selbstwirksamkeit und Eigenverantwortung. Daher werden sie häufig als *future skill* bezeichnet, also als eine der Kompetenzen, die Kindern und Jugendlichen im Hinblick auf die Bewältigung der unvorhersehbaren Herausforderungen der Zukunft besonders nützen können. So führt zum Beispiel die OECD in ihrem Lernkompass 2030 die Exekutiven Funktionen als zentrale Fähigkeiten sowohl für das Leistungsvermögen als auch für das Wohlbefinden von Schüler:innen auf.

Die Karg-Stiftung sieht in der Förderung der Exekutiven Funktionen darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Begabungsgerechtigkeit. Studien zufolge werden Kinder mit besser entwickelten Exekutiven Funktionen eher von pädagogischen Fachkräften als begabt erkannt und gefördert. Umgekehrt werden Begabungen bei Kindern, die sich nicht so gut regulieren können, leichter übersehen. Eine gezielte Stärkung der Exekutiven Funktionen kann folglich dazu beitragen, dass besonders begabte Kinder und Jugendliche verlässlicher erkannt und in ihren Potenzialen gefördert werden – unabhängig von ihrer Herkunft oder den sozialen Bedingungen, unter denen sie aufwachsen. Gut entwickelte Exekutive Funktionen können ihnen damit ein Sprungbrett sein, um über sich hinauszuwachsen.

Mit der Beauftragung des ZNL TransferZentrum für Neurowissenschaften und Lernen, Universität Ulm zur Erstellung dieser wissenschaftlichen Expertise setzte sich die Karg-Stiftung das Ziel, zur Klärung der folgenden Fragen beizutragen:

1. Welche Rolle spielen die Exekutiven Funktionen bei der Entwicklung von Begabungen und Talenten?
2. Wie kann die Förderung der Exekutiven Funktionen zur individuellen Potenzialentfaltung von besonders begabten Kindern und Jugendlichen beitragen?
3. Wie kann die Förderung der Exekutiven Funktionen konkret aussehen? Von welchen Faktoren hängt die Effektivität der Förderung ab?

Die vorliegende Expertise liefert Antworten basierend auf dem aktuellen Stand der Forschung. Sie zeigt unter anderem, inwieweit die Entwicklung von Begabungen von den einzelnen exekutiven Prozessen beeinflusst ist. Sie führt außerdem auf, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, um Kinder und Jugendliche in der Entwicklung ihrer Exekutiven Funktionen effektiv zu fördern. Durch die Expertise wird ebenfalls deutlich, welche Forschungslücken in diesem Feld und insbesondere für die Gruppe hochbegabter Kinder und Jugendlicher noch bestehen.

Mit der Beauftragung der vorliegenden Expertise möchte sich die Karg-Stiftung weiter für ein Bildungssystem engagieren, das nicht nur auf Leistung schaut, sondern allem voran Entwicklung ermöglicht und fördert. Dazu braucht es Menschen, die Potenziale vermuten, wo noch keine Leistung sichtbar ist, die Kinder und Jugendliche mit Offenheit und Neugier begleiten und herausfordern und ihnen Wege aufzeigen, die ihnen bislang verborgen waren.

Die Expertise dient der Karg-Stiftung als wissenschaftliche Grundlage für konkretere Empfehlungen für pädagogische Fachkräfte, Lehrkräfte, Schulpsycholog:innen und Berater:innen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen in den verschiedenen Aktivitäten der Stiftung, insbesondere in die Wissenschaftsförderung sowie in ihre operative Projektarbeit einfließen.

Die Karg-Stiftung bedankt sich herzlich bei den Autorinnen Dr. Carmen Hofmann, Anna M. Stegmüller und Laura M. Walk, die mit so viel Engagement und Ausdauer diese Expertise verfasst haben und damit die Arbeit der Stiftung weiter voranbringen.

Viel Freude beim Lesen!



Dr. Wiebke Evers  
Projektleitung Beratung in der  
Karg-Stiftung (bis Oktober 2025)

## Einführung und Ziel der Expertise

Die Entfaltung von Begabungen und die Entwicklung individueller Potenziale hängen eng mit der Persönlichkeit und anderen kognitiven Kompetenzen zusammen. Entgegen der weitverbreiteten Annahme, dass hochbegabte Kinder und Jugendliche ihre Begabungen „automatisch“ und „von allein“ entfalten, benötigen sie meist eine gezielte Unterstützung. Nur so können sie ihr intellektuelles Potenzial voll ausschöpfen und Herausforderungen in ihrer Entwicklung erfolgreich bewältigen.

Eine zentrale Rolle könnte dabei die Fähigkeit zur Selbstregulation spielen, die stark von der Entwicklung der sogenannten Exekutiven Funktionen (EF) beeinflusst wird. Die EF umfassen höhere kognitive Steuerungsmechanismen, die es uns ermöglichen, vorausschauend und planvoll zu denken, fokussiert und zielgerichtet zu handeln, impulsive Reaktionen zu unterdrücken und flexibel auf sich verändernde Anforderungen zu reagieren. Die EF bilden somit einen Sammelbegriff für Fähigkeiten, die es uns ermöglichen, unsere Gedanken und Emotionen, unser Handeln und Verhalten sowie die Aufmerksamkeit gezielt und bewusst zu steuern – insbesondere in komplexen oder ungewohnten Situationen, in denen automatische Reaktionen oder Handlungsroutrinen nicht ausreichen (vgl. Diamond, 2013, 2020). Darüber hinaus stehen gut entwickelte EF nicht nur mit einer effektiven Selbststeuerung, sondern auch mit sozial angemessenem, verantwortungsvollem und gesellschaftlich verträglichem Verhalten in Zusammenhang (vgl. Diamond, 2013, 2020).

Andererseits können Defizite in den EF weitreichende Folgen haben. Sie könnten mitunter dazu führen, dass Kinder und Jugendliche ihr Leistungspotenzial nicht ausschöpfen oder dass ihre Begabung von Eltern<sup>1</sup>, Lehrkräften oder anderen Bezugspersonen nicht erkannt und entsprechend gefördert wird. Die gezielte Unterstützung der EF könnte somit nicht nur das Lernen und Handeln erleichtern, sondern auch zur Begabungsentfaltung beitragen.

Vor diesem Hintergrund widmet sich die vorliegende wissenschaftliche Expertise der zentralen Frage, welche Bedeutung die EF für die Begabungsentfaltung von Kindern und Jugendlichen im Alter von 3 bis 19 Jahren haben.

Dafür wurde eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt, bei der relevante Studien und Fachartikel auf gängigen wissenschaftlichen Plattformen gesichtet wurden. Der Fokus lag dabei auf Arbeiten, die sich mit dem Konstrukt<sup>2</sup> der EF im Zusammenhang mit Hochbegabung beziehungsweise den inhaltlichen Fragestellungen der Expertise beschäftigen. Berücksichtigt wurden insbesondere Studien, die empirische Befunde zu dieser Thematik liefern. Da es in einigen Bereichen bislang nur begrenzte Forschung gibt, wurde eine Auswahl an verfügbaren Studien getroffen und kritisch eingeordnet. Auf dieser Basis wurden in der vorliegenden Expertise die zentralen Fragestellungen aufgearbeitet und daraus resultierend Ableitungen vorgenommen.

---

1 Im Folgenden wird der Begriff „Eltern“ im erweiterten Sinne verwendet. Gemeint sind damit alle primären Bezugspersonen des Kindes – unabhängig von biologischer Verwandtschaft. Dazu zählen insbesondere auch Personensorgeberechtigte, Pflegeeltern, Großeltern sowie andere enge Betreuungspersonen, die als Bezugsperson eine zentrale Rolle im Alltag und bei der Erziehung des Kindes übernehmen.

2 Im wissenschaftlichen Kontext bezeichnet der Begriff „Konstrukt“ ein theoretisches Konzept, das dazu dient, ein komplexes Phänomen oder einen Sachverhalt zu beschreiben, zu erklären oder messbar zu machen.

In [Kapitel 1](#) werden zunächst die Konstrukte der EF und Intelligenz näher beschrieben, definiert und voneinander abgegrenzt. Dabei wird auch auf verwandte Begriffe wie Selbstregulation, Selbstkontrolle und Metakognition eingegangen, um eine klare theoretische Grundlage zu schaffen. Zudem werden Überschneidungen und Unterschiede zwischen den EF und Intelligenz (im Rahmen des Cattell-Horn-Carroll-Modells) beleuchtet.

[Kapitel 2](#) betrachtet die Bedeutung der EF im Bildungskontext. Dabei wird erörtert, wie die EF das Lernverhalten und den Bildungserfolg beeinflussen und welche Rolle sie speziell im Zusammenhang mit Hochbegabung spielen. Besonders relevant sind hier Fragen zur Verwirklichung intellektueller Potenziale und zum schulischen Underachievement.

In [Kapitel 3](#) liegt der Fokus auf der Entwicklung der EF im Alter von 3 bis 19 Jahren. Es werden typische Entwicklungsverläufe dargestellt sowie Faktoren genannt, die diese Entwicklung fördern oder hemmen können. Darüber hinaus werden Besonderheiten und mögliche Risiken bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen anhand des aktuellen Forschungsstands betrachtet.

[Kapitel 4](#) widmet sich der Erkennung und Erfassung der EF im Kindes- und Jugendalter. Vorgestellt werden ausgewählte Verfahren, die in der aktuellen Forschung und Praxis Anwendung finden. Zudem wird thematisiert, inwieweit die Erfassung der EF als Ergänzung zur Intelligenzdiagnostik von Vorteil sein kann und welche Besonderheiten bei der Erfassung der EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen im Hinblick auf die Auswahl und Durchführung der Verfahren sowie die Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen sind.

[Kapitel 5](#) beleuchtet wissenschaftliche Erkenntnisse zur Förderung der EF. Es werden Möglichkeiten der expliziten (z. B. Trainingsprogramme) und impliziten (z. B. durch pädagogische Ansätze) Förderung beschrieben. Zudem wird dargestellt, wie Faktoren wie Geschlecht, sozioökonomischer Status oder Sprachfähigkeit die Effektivität der Förderung beeinflussen können. Es wird aufgeführt, ob evaluierte Förderprogramme speziell für hochbegabte Underachiever:innen existieren. Ableitungen zu relevanten Anforderungen und Herausforderungen in diesem Zusammenhang schließen dieses Kapitel ab.

Auf Grundlage der vorgestellten Erkenntnisse werden in [Kapitel 6](#) Empfehlungen und Ableitungen für Wissenschaft und Praxis formuliert, um die Förderung der EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen weiterzuentwickeln. Es wird auf offene Forschungsfragen und den Bedarf an (neuen) Förderkonzepten eingegangen, die gezielt auf die Besonderheiten dieser Zielgruppe abgestimmt sind. Zudem werden die Wissens- und Kompetanzanforderungen an pädagogische Fachkräfte, Lehrkräfte, Schulpsycholog:innen und Berater:innen beleuchtet.

Das abschließende [Kapitel 7](#) zeigt Potenziale und weiterführende Fragestellungen auf, um die EF nicht nur isoliert, sondern eingebettet in ein ganzheitliches Verständnis von individueller Förderung zu betrachten. Ziel dieses Kapitels ist es, einen Ausblick über den aktuellen Stand hinaus zu eröffnen und Anregungen für künftige Auseinandersetzungen mit dem Thema zu geben.

Die vorliegende Expertise stellt die erste umfassende Übersichtsarbeit im deutschsprachigen Raum dar, die die Zusammenhänge zwischen den Konstrukten EF und Hochbegabung tiefgehend betrachtet. Sie bietet einen Überblick über den aktuellen Stand des wissenschaftlichen Diskurses, beleuchtet zentrale Fragestellungen und zeigt auf, welche Potenziale in der Förderung der EF liegen könnten. Durch diese differenzierte Betrachtung wird eine Grundlage geschaffen für weiterführende Überlegungen und Maßnahmen. Ziel ist es, die Begabungsentfaltung dadurch in Zukunft noch effizienter und spezifischer unterstützen zu können. Die Expertise liefert hierfür wertvolle

Anhaltspunkte, zeigt aber zugleich auf, in welchen Bereichen weiterer Forschungsbedarf besteht. Sie soll als Basis für eine vertiefte Diskussion und weitergehende Überlegungen dienen, um Begabungsgerechtigkeit und Begabungsentfaltung nachhaltig zu fördern.

# 1. Grundlagen der Exekutiven Funktionen und der Intelligenz

Wie so oft ist für ein eindeutiges Verständnis von Inhalten eine gemeinsame Sprache zentral. Im Kontext der psychologischen Forschung geschieht dies oft durch Konstruktdefinitionen. Diese sollen helfen, nicht direkt beobachtbare Eigenschaften, Merkmale oder Zustände (= Konstrukt) zu beschreiben und inhaltlich zu definieren. Sowohl bei den EF als auch bei Intelligenz handelt es sich um solche Konstrukte. Daher werden im Folgenden die EF definiert und versucht, eine möglichst klare Abgrenzung zwischen ihnen und anderen Konstrukten, wie zum Beispiel Selbstregulation, vorzunehmen. Anschließend wird das Konstrukt der Intelligenz definiert, um dann die theoretischen und empirischen Überschneidungen mit den EF zu beleuchten.

## 1.1 Was sind Exekutive Funktionen und wie grenzen sie sich von verwandten Konzepten ab?

In den folgenden Abschnitten wird der Begriff der EF definiert und inhaltlich beschrieben, bevor im Anschluss eine Abgrenzung zu den Konstrukten der Selbstregulation, Selbstkontrolle, *Effortful Control* und Metakognition erfolgt.

### 1.1.1 Herausforderungen bei der Definition der Exekutiven Funktionen

In den letzten Jahrzehnten gab es eine Vielzahl an Veröffentlichungen zur Entwicklung, Bedeutung und Förderung der EF sowie möglicher Einflussfaktoren auf die EF (z. B. Best, Miller & Naglieri, 2011; Clark, Sheffield, Wiebe & Espy, 2013b; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Welsh, Nix, Blair, Bierman & Nelson, 2010). Dennoch stehen eine einheitliche Definition der EF und ein disziplinenübergreifendes Verständnis des Konstrukts weiterhin aus. Denn eine klare Definition des Begriffs beziehungsweise des damit beschriebenen Konstrukts ist nicht trivial.

In den letzten Jahrzehnten haben verschiedene Disziplinen parallel zu diesem Thema geforscht (Miyake & Friedman, 2012). Dabei haben diese Forschungsdisziplinen unterschiedliche Foki. Während sich die einen auf die Verhaltensebene beziehen, also auf die Beschreibung von verhaltensbezogenen Fähigkeiten und Kompetenzen, stehen bei anderen die zugrunde liegenden kognitiven Prozesse und mentalen Zustände stärker im Zentrum des Interesses. So werden oft die gleichen Begriffe benutzt, obwohl Unterschiedliches gemeint ist. Zudem zeigt sich, dass in der bisherigen Literatur zu den EF zwei oder mehr Konstrukte zwar unterschiedliche Namen haben, jedoch im Wesentlichen gleich definiert werden.

In den frühen Arbeiten wurden die EF als Zielformulierung, Planung und Ausführung von zielgerichtetem Verhalten und effektive Performanz bei der Umsetzung eines Plans beschrieben (Baddeley & Hitch, 1974; Lezak, 1982). Diese Liste an Fähigkeiten wurde in den letzten Jahren weiter ergänzt. So wurden Fähigkeiten wie Hemmung, Antizipation, Umstellung, Reflexion, Problemlösen, Emotionsregulation, Erkennen und Beheben von Fehlern sowie Aufmerksamkeitslen-

kung hinzugenommen (Anderson, 2002; Banich, 2009; Burgess & Simons, 2005; Carlson, 2003; Friedman & Miyake, 2017; Miller & Cohen, 2001; Senn, Espy & Kaufmann, 2004). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es bei dieser Aufzählung um Basisfähigkeiten auf der kognitiven Ebene geht, welche die Grundlage für eine effektive Steuerung des eigenen Verhaltens und der eigenen Handlungen bilden.

Die EF werden zum Beispiel bei unerwarteten Ereignissen, neuen Situationen oder aber beim Setzen von langfristigen Zielen erforderlich (Norman & Shallice, 1986). Sie werden immer dann gebraucht, wenn eine Situation ein Verhalten erfordert, welches von automatischen oder schematischen Handlungsroutrinen abweicht, beziehungsweise wenn das momentane Handeln nicht ziel führend ist (Drechsler, 2007). Wesentliche Inhalte bei diesem Konzept sind die Modulation von Gedanken, Affekten, Verhalten und Aufmerksamkeit mithilfe spezifischer kognitiver Mechanismen und unterstützender Metaskills (Károlyi, 1993).

Übergeordnet betrachtet umfasst das Konstrukt der EF Regulations- und Kontrollmechanismen, die ein zielgerichtetes und situationsangepasstes Verhalten ermöglichen (Drechsler, 2007). Es handelt sich dabei um eine Gruppe mentaler *top-down*-Prozesse, welche primär im Frontalhirn und temporalen Kortex verortet werden (Burgess & Shallice, 1996; Collette et al., 2005; Fuster, 2001) und intentionales Handeln ermöglichen (Best, Miller & Jones, 2009; Blair, 2016a; Diamond, 2013; Friedman et al., 2006).

Die EF sind also in unterschiedlichen Situationen bedeutsam und kommen in verschiedenen Kontexten zum Tragen. Daher ist es nachvollziehbar, dass verschiedene Disziplinen zu unterschiedlichen Formulierungen der Definitionen der EF gekommen sind. Baggetta und Alexander (2016) arbeiteten in ihrer Übersichtsarbeit heraus, welche Aspekte den bis dahin bekannten Definitionen gemeinsam waren. Sie beschreiben die EF als kognitive Prozesse, die Handlungen und Verhaltensweisen steuern, welche für Aspekte des Lernens und alltäglicher menschlicher Leistungsaufgaben wesentlich sind. Sie dienen außerdem zur Überwachung oder Regulierung dieser Aufgaben und beziehen sich nicht nur auf den kognitiven Bereich, sondern auch auf sozial-emotionale und behaviorale Bereiche menschlicher Leistung. Diese Definition zeigt die Breite des Konstrukts mit verschiedenen Facetten. Eine nähere Beschreibung des Konstrukts der EF ist sinnvoll und notwendig und erfolgt daher im nächsten Abschnitt.

### 1.1.2 Inhaltliche Beschreibung der Exekutiven Funktionen

Die Forschung beschäftigte sich mit der grundsätzlichen Frage danach, wie die EF bei Kindern und Erwachsenen konzipiert sind. Handelt es sich um einen komplexen Mechanismus oder kann von voneinander abgrenzbaren Subkomponenten ausgegangen werden, die zusammen das Konstrukt der EF bilden? Es gibt in der Literatur sowohl Arbeiten, die die EF als einen gemeinsamen Faktor verstehen, durch den alle Aspekte der EF erklärt werden können (Baddeley, 1992; McCabe, Roediger, McDaniel, Balota & Hambrick, 2010; Zelazo, Carter, Reznick & Frye, 1997), als auch Arbeiten, in denen die EF durch distinkte Komponenten beschrieben werden (z. B. Baggetta & Alexander, 2016). In ihrem anerkannten integrativen Modell der EF postulieren Miyake und Kolleg:innen (2000b) eine grundsätzliche konzeptuelle Reduktion der EF auf interkorrelierte, aber dennoch distinkte Basismechanismen. Durch eine konfirmatorische Faktorenanalyse kommen sie auf drei

latente Hauptkomponenten der EF, welche sie als *Updating*, *Inhibition* und *Shifting* bezeichnen. Im Folgenden werden die drei Komponenten kurz erläutert.

*Updating*. Dieser Faktor wird auch als *Arbeitsgedächtnis* bezeichnet. Dabei geht es darum, ankommende Informationen im Arbeitsgedächtnis bezüglich ihrer Relevanz für aktuelle Aufgaben zu überwachen und Informationen im Arbeitsgedächtnis zu aktualisieren. Die aktive Manipulation von Informationen ist dabei ein zentraler Aspekt, der über die reine Aufrechterhaltung und Kurzzeitspeicherung hinausgeht (Miyake et al., 2000b).

*Inhibition*. Diese Komponente ist definiert durch die Fähigkeit, dominante, automatische oder präpotente Reaktionen und Handlungen bewusst und intentional zu unterbrechen beziehungsweise zu unterdrücken, falls dies notwendig ist. Inhibition ermöglicht es uns, irrelevante Reize auszublenden, um zum Beispiel Ablenkungen zu reduzieren, aber auch automatisierte Handlungsgewohnheiten zu unterbrechen oder Reaktionstendenzen zu unterdrücken, um zielorientiert zu handeln (Miyake et al., 2000b).

*Shifting*. Diese Komponente der EF wird auch als *kognitive Flexibilität* bezeichnet. Miyake und Kolleg:innen (2000b) beschreiben diese Komponente inhaltlich durch den Wechsel zwischen verschiedenen Aufgaben oder mentalen Sets. Auch der Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus wird dieser Komponente zugeordnet. Dieser ermöglicht eine präzise Aufmerksamkeitslenkung auf aufgabenrelevante Merkmale (Miyake et al., 2000b). Zudem wird dieser Komponente auch die Fähigkeit zur Perspektivenübernahme zugeschrieben (Diamond, 2020).

Betrachtet man die Varianzanteile dieser drei Komponenten an Leistungen der EF, so zeigt die Empirie, dass diese drei Faktoren für sich unabhängige Varianzanteile erklären. Jedoch interkorrelieren sie auch (siehe Abbildung 1 auf der nächsten Seite). Diese Disparität wird im Modell explizit thematisiert. Das Modell geht auf der einen Seite von einer Unterschiedlichkeit (diversity) der Subkomponenten und auf der anderen Seite von ihrer Einheitlichkeit (unity) aus, da sie substantziell miteinander korrelieren.

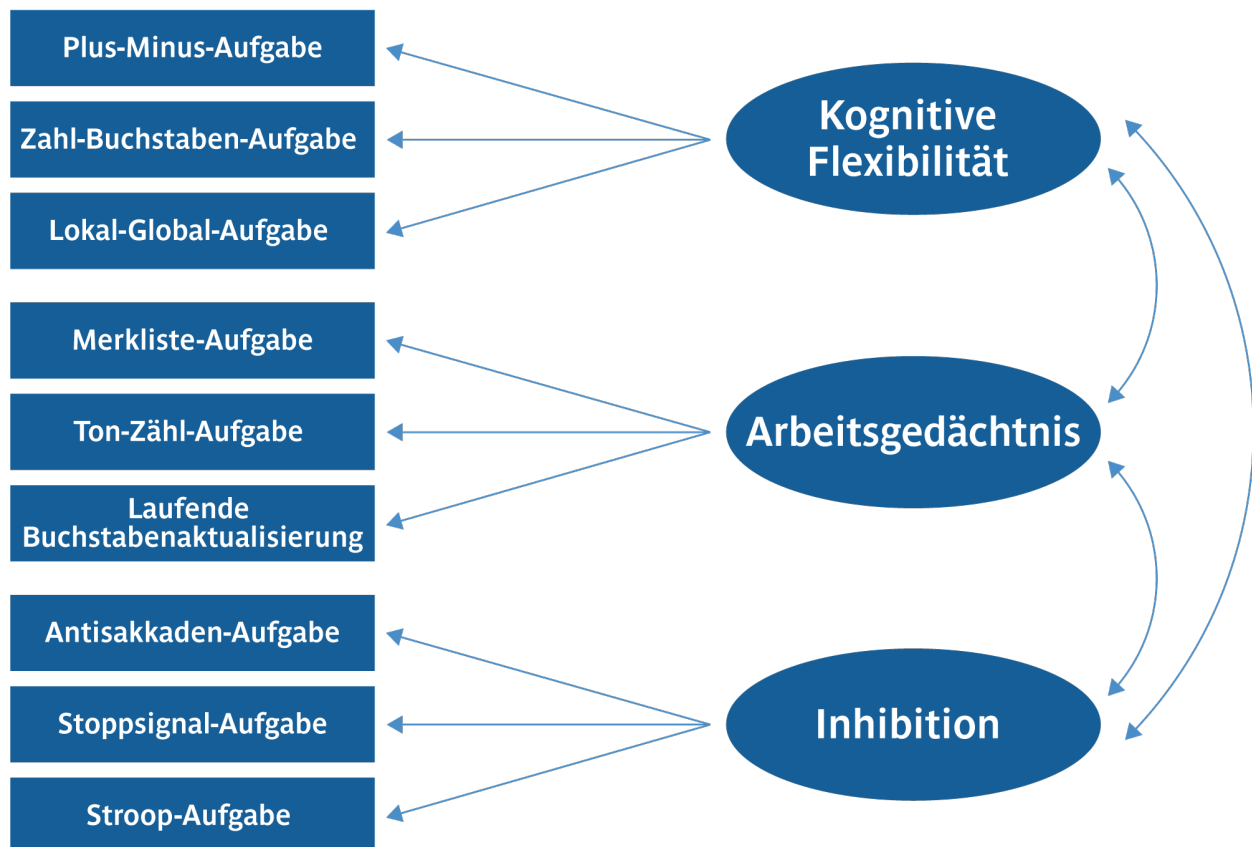


Abbildung 1: Integratives Modell der Exekutiven Funktionen (übersetzt von Miyake et al., 2000b). Näher an der Originalquelle wären folgende Begriffsbezeichnungen: *Shifting* = „mentaler Setwechsel“, *Updating* = „Aktualisierung des Arbeitsgedächtnisses“ und *Inhibition* = „gezielte Reaktionshemmung“. Die in der Abbildung verwendeten Übersetzungen (rechte Seite) sind allgemein etabliert und werden im Rahmen dieser Expertise genutzt. Die jeweilige inhaltliche Beschreibung zu den genutzten Aufgaben (linke Seite) ist in Miyake und Kolleg:innen (2000b) zu finden.

Es gibt also eine übergreifende, einheitliche Komponente, die den einzelnen EF gemeinsam ist. Diese Einheitlichkeit bedeutet, dass die EF trotz unterschiedlicher spezifischer Aufgaben dennoch auf einer gemeinsamen Basis oder einem gemeinsamen Mechanismus beruhen. Diese gemeinsame Grundlage wird oft als genereller exekutiver Faktor bezeichnet (Miyake & Friedman, 2012; Miyake et al., 2000b).

Obwohl es in den letzten Jahren sowohl für die Annahme der Einheitlichkeit als auch der Unterschiedlichkeit der EF kumulative Evidenz gab (Garon, Bryson & Smith, 2008), zeigt sich in der Literatur zunehmend eine Tendenz, die beiden Perspektiven in integrative Modelle wie jenes von Miyake und Kolleg:innen (2000b) einzugliedern (Garon et al., 2008).

Wie die Beschreibung der EF zeigt, handelt es sich um ein komplexes Konstrukt. Es ist daher nicht verwunderlich, dass die EF Überlappungen mit anderen Konstrukten wie Selbstregulation, Selbstkontrolle und *Effortful Control* (Allan & Lonigan, 2011; Denham, Warren-Khot, Bassett, Wyatt & Perna, 2012) aufweisen. In der wissenschaftlichen Literatur lässt sich eine Vielzahl von Arbeiten finden, welche sich mit der Beschreibung und Abgrenzung dieser Begriffe beschäftigen (z. B. Blair & Ursache, 2011; Diamond, 2013; Eisenberg, Smith & Spinrad, 2004; Hofmann, Schmeichel &

Baddeley, 2012; Jurado & Rosselli, 2007; Nigg, 2017; Rothbart, Sheese, Rueda & Posner, 2011; Welsh & Peterson, 2014; Zhou, Chen & Main, 2012). Im Folgenden werden zentrale Abgrenzungen und Schnittmengen zwischen den EF und den verwandten Konstrukten aufgezeigt.

### 1.1.3 Exekutive Funktionen und verwandte Konzepte: Abgrenzung und Schnittmengen

#### Selbstregulation und Selbstkontrolle

Der Begriff der Selbstregulation definiert sich sehr breit als zielgerichtetes Verhalten, welches über einen gewissen Zeitraum aufrechterhalten wird, Selbstkontrolle dagegen kann als Teilmenge davon verstanden werden und beinhaltet diejenigen Selbstregulationsprozesse, die darauf ausgerichtet sind, unerwünschte oder präpotente Verhaltensweisen, Impulse und Dränge zu unterdrücken beziehungsweise zu kontrollieren (Hofmann et al., 2012). Präpotente Verhaltensweisen resultieren dabei in der Regel aus Gewohnheiten. Als Drang versteht man ein starkes, oft länger anhaltendes Bedürfnis oder auch Verlangen, etwas zu tun. Während bei dieser Definition die Verhaltenskomponente stark im Fokus steht, nähern sich Pauen und die EDOS-Gruppe<sup>3</sup> (2016) der Unterscheidung zwischen Selbstregulation und -kontrolle aus einer anderen Sicht. Sie nehmen eine Unterscheidung in eine mentale Ebene (Selbstregulation) und eine stärker verhaltensbezogene Ebene (Selbstkontrolle) vor. Selbstregulation schließt sowohl *top-down*- (z. B. kognitive Kontrolle mentaler Zustände) als auch *bottom-up*-Prozesse (z. B. Induktion von emotionalem Erleben durch interne oder externe Reize) ein (Nigg, 2017). Selbstregulation meint dabei also die Steuerung und Modulation bewusster und unbewusster kognitiver Prozesse, während Selbstkontrolle sich auf die Umsetzung von Verhaltensimpulsen in konkrete Handlungen bezieht. Dabei kann sich Selbstkontrolle sowohl auf die Aktivierung eines Verhaltens als auch auf dessen Hemmung (z. B. etwas nicht zu tun, obwohl man den Impuls dazu hat) beziehen. Als den beiden übergeordneten Begriff kann nach Pauen und der EDOS-Gruppe (2016) Selbststeuerung verstanden werden.

Während Hofmann und Kollegen (2012) die EF in diesem Kontext eher allgemein als notwendige Grundlage für eine erfolgreiche Selbstregulation verstehen, postulieren andere Autoren eine Unterscheidung von Selbstregulation und den EF (Blair, 2016b; Garon et al., 2008; Nigg, 2017; Zelazo & Cunningham, 2007). Die EF umfassen dabei hauptsächlich *top-down*-Prozesse, die der kognitiven Kontrolle mentaler Zustände dienen, wohingegen Selbstregulation auch *bottom-up*-Prozesse umfasst.

#### Effortful Control

Unter *Effortful Control* versteht man eine Temperamenteigenschaft, die auch als ein Kernaspekt der Selbstregulation zugeschrieben werden kann (Eisenberg, 2012; Rothbart, Ellis, Rueda & Posner, 2003). Dabei geht es um die Fähigkeit, Aufmerksamkeit und Verhalten willentlich zu steuern, also beides situationsangemessen zu hemmen oder zu aktivieren (Eisenberg, 2012). Diesem Konstrukt wird somit eine angeborene Disposition zugeschrieben. Das heißt, es wird davon ausgegangen,

---

3 Die EDOS-Gruppe umfasst die folgenden Forscher:innen, die alle zur Entwicklung des EDOS- und des PROSECO-Modells beigetragen haben (in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet): Bechtel, S.; Cierpka, M.; Gärtner, K.; Hertel, S.; Holodynski, M.; Kärtner, J.; Rauch, W. A.; Reuner, G.; Sidor, A.; Voigt, B.; Vonderlin, E.; Wissner, J.

dass Menschen eine angeborene, individuell unterschiedliche, aber relativ stabile Tendenz haben, auf spezifische Umweltbedingungen mit bestimmten Verhaltensmustern zu reagieren. Mit Blick auf die EF steht *Effortful Control* inhaltlich der Inhibition besonders nahe (Diamond, 2013).

### **Metakognition**

Das Konstrukt der Metakognition wird in der Psychologie unterschiedlich definiert (Lai, 2011). Ende der Siebzigerjahre beschrieb Flavell (1979, S. 906) Metakognition als „Denken über das Denken“. Diese durchaus prägnante Definition wird dem komplexen Konstrukt jedoch nicht in seiner Tiefe gerecht. Inhaltlich kann man Metakognition zwei zentrale Komponenten zuschreiben: metakognitive Regulierung und metakognitives Wissen. Unter metakognitiver Regulierung versteht man die Überwachung der eigenen Kognition. Dies meint zum Beispiel Planungsprozesse, aber auch die Bewertung der Wirksamkeit von Überwachungsstrategien. Zum metakognitiven Wissen zählt man Aspekte wie Wissen über sich selbst als Lernenden und Denkenden sowie Wissen über Faktoren, die sich auf das eigene Gelingen auswirken können. Zudem wird auch Wissen über zum Beispiel Lernstrategien und deren Einsatz dem metakognitiven Wissen zugeordnet (Cross & Paris, 1988; Hennessey, 1999; Lai, 2011; Martinez, 2006).

Ein Aspekt zur Abgrenzung zu den EF liegt nach Roebbers (2017) im Prozess des Überwachens (= *Monitoring*). Während das *Monitoring* bei der Metakognition einen sehr expliziten Bestandteil der Konzeptualisierung darstellt (Nelson & Narens, 1994), wird es bei den EF eher impliziert postuliert. Versteht man *Monitoring* hierbei als kontinuierlichen *bottom-up*- und *top-down*-Prozess mit Rückkopplungsschleifen während der kognitiven Verarbeitung, so bietet das Konstrukt der Metakognition hierzu theoretische Erklärungen. Es ermöglicht auf dieser Basis empirische Vorhersagen darüber, wann, warum und unter welchen Umständen exekutive Prozesse eingeleitet, verändert oder abgebrochen werden. Zwar gibt es auch bei den EF den Prozess des *Monitorings*, dieser scheint allerdings eher ein „Alles-oder-nichts-Prozess“ (z. B. Fehler entdeckt oder nicht) zu sein (Yeung & Summerfield, 2012).

Abbildung 2 (siehe nächste Seite) veranschaulicht, wie sich die hier diskutierten Konstrukte in ihrer Beziehung zu den EF einordnen lassen, und macht die zuvor beschriebenen Überschneidungen wie auch Abgrenzungen sichtbar. Sie dient damit als Orientierungshilfe, um die teils komplexen theoretischen Verbindungen zu strukturieren und visuell zugänglich zu machen.

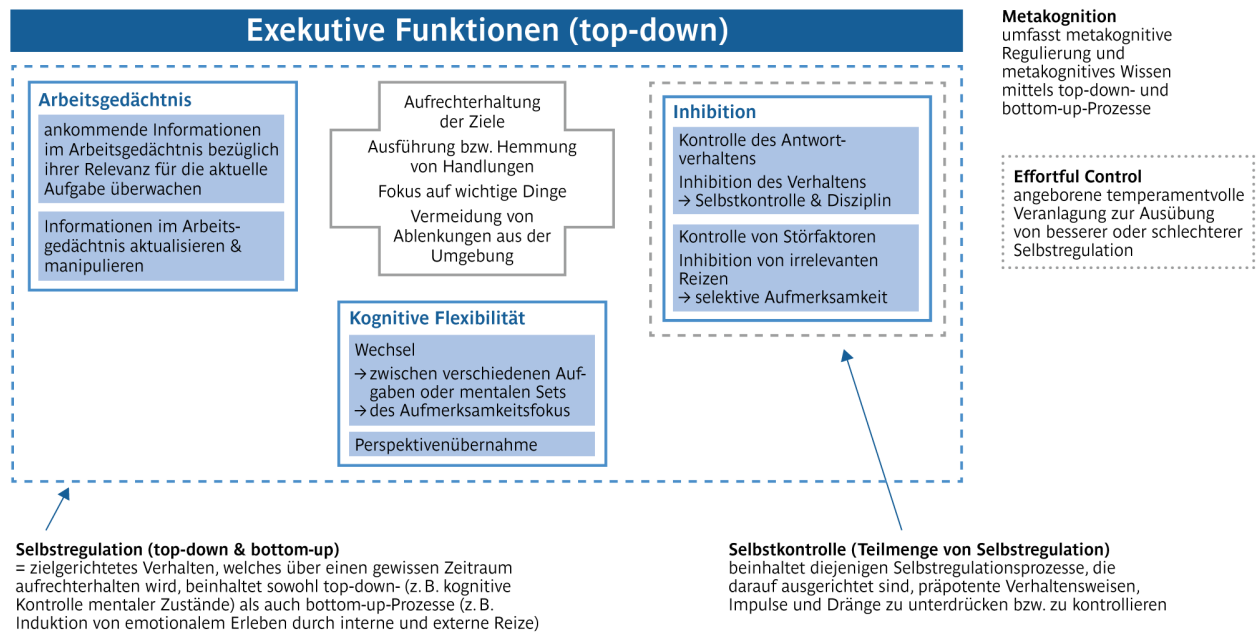


Abbildung 2: Visualisierung eines Teils der Konstrukte im Kontext der Exekutiven Funktionen und deren Beziehung zu diesen (adaptiert von Diamond, 2013)

In dieser Expertise werden die Begriffe entsprechend den hier dargestellten Definitionen verwendet. Nutzen die in der Expertise genannten Studien andere Begrifflichkeiten, nehmen die Autorinnen einen inhaltlichen Abgleich vor und verwenden im Rahmen der Expertise den Begriff, der inhaltlich mit den eben beschriebenen Definitionen übereinstimmt. Das heißt, die Nutzung der hier verwendeten Begriffe erfolgt definitionsbezogen, was in Einzelfällen zu Unterschieden in den Begrifflichkeiten zwischen den ursprünglichen Quellen und der Expertise führen kann, was aber der inhaltlichen Verständlichkeit und besseren Lesbarkeit dienen soll.

Weitere wichtige Grundlagen zum tieferen Verständnis zu den EF (z. B. zu Besonderheiten bei der Erfassung) finden sich im [Kapitel 4.1](#).

## 1.2 In welchem Verhältnis stehen Exekutive Funktionen und Intelligenz?

Die EF zeigen zudem Überlappungen mit dem Konstrukt der Intelligenz (z. B. Conway, Kane & Engle, 2003; Hongwanishkul, Happaney, Lee & Zelazo, 2005), wenngleich trotz gewisser inhaltlicher Überschneidungen von unterschiedlichen Konstrukten ausgegangen wird (Benedek, Jauk, Sommer, Arendasy & Neubauer, 2014; Röthlisberger, Neuenschwander, Michel & Roebbers, 2010). Um sich dieser Überschneidung anzunähern sowie Schnittmengen und Unterschiede herauszuarbeiten, bedarf es im ersten Schritt einer klaren Definition sowie einer inhaltlichen Beschreibung von Intelligenz.

### 1.2.1 Herausforderungen bei der Definition von Intelligenz

Hierbei steht man vor einer ähnlichen Herausforderung wie bei dem Versuch, die EF zu definieren. So ist die psychologische Forschung zwar in der Lage, Intelligenz zu messen, aber es gelingt ihr bis heute nicht, einen Konsens zur Definition zu finden. Die in der Psychologie oft als Negativbeispiel herangezogene Definition von Boring (1923), die Intelligenz als das definiert, was der Intelligenztest misst, ist zirkulär und von daher wenig hilfreich für das Verständnis. Sie macht jedoch das immer noch vorherrschende Problem der Definition deutlich sichtbar.

Intelligenz wird ganz allgemein als die Fähigkeit verstanden, eine aktuelle Situation gelingend bewältigen zu können, indem man in der Lage ist, diese gut zu verstehen und zu beurteilen und innerhalb dieser zuverlässig denken zu können (Binet & Simon, 1916). Dabei geht es nach Wechsler (1964, S. 13) um eine „zusammengesetzte oder globale Fähigkeit des Individuums, zweckvoll zu handeln, vernünftig zu denken und sich mit seiner Umgebung wirkungsvoll auseinanderzusetzen“ – wobei auch die Fähigkeit, Wissen zu erwerben, der Intelligenz zugeschrieben wird (Cattell, 1963).

Oft wird versucht, Intelligenz darüber zu definieren, in welchen Bereichen sich Menschen – je nach Intelligenzkonzept – unterscheiden. Als Beispiel sei hier die Definition der American Psychological Association genannt: *„Individuals differ from one another in their ability to understand complex ideas, to adapt effectively to the environment, to learn from experience, to engage in various forms of reasoning, to overcome obstacles by taking thought. Although these individual differences can be substantial, they are never entirely consistent: a given person’s intellectual performance will vary on different occasions, in different domains, as judged by different criteria. Concepts of ‘intelligence’ are attempts to clarify and organize this complex set of phenomena.“* (Neisser et al., 1996, S. 77).

Festzuhalten gilt: Auch nach einem Jahrhundert der Forschung zu Intelligenz gibt es bisher keine Einigkeit über die Definition von Intelligenz (Wasserman, 2012). Es gibt nur eine Vielzahl an verschiedenen Intelligenztheorien, die unterschiedliche Operationalisierungen dieses Konstrukts postulieren (z. B. Zwei-Faktoren-Theorie von Spearman, Cattells Zwei-Faktoren-Modell, Guilfords Facettenmodell, das Berliner Intelligenzstrukturmodell und viele mehr). Durch die verschiedenen Intelligenztheorien gibt es zumindest Aufstellungen zur Klassifikation kognitiver Fähigkeiten (Taxonomie), die der Intelligenz zugeordnet werden. Durch die Beschreibung der verschiedenen spezifischen Teilfähigkeiten (Facetten) und deren Beziehung zueinander kann eine inhaltliche Annäherung an das Konstrukt Intelligenz erfolgen. Zudem zeigt sich inzwischen, dass die führenden Autor:innen von Intelligenztheorien und Forscher:innen in diesem Feld einen generellen Intelligenzfaktor (g, „allgemeine Intelligenz“) einvernehmlich anerkennen (Wasserman, 2012).

Um theoretische und empirische Überschneidungen zwischen den EF und Intelligenz darzulegen, wird im Rahmen der vorliegenden Expertise das vornehmlich anerkannte und stetig aktualisierte Cattell-Horn-Carroll-Modell als definierender Rahmen für das Konstrukt der Intelligenz herangezogen.

### 1.2.2 Das Cattell-Horn-Carroll-Modell

Das Cattell-Horn-Carroll-Modell (CHC-Modell) zählt zu den faktorenanalytischen Intelligenzstrukturmodellen mit einer hierarchischen Struktur. Als Strukturmodell enthält es Annahmen über die Struktur von Intelligenz. Es basiert auf faktorenanalytischen Auswertungen kognitiver Testbatterien. Dabei werden den so identifizierten Faktoren interindividuelle Unterschiede in der Intelligenz als latente Ursache zugeschrieben. Das hierarchische Modell besteht aus mehreren Ebenen unterschiedlich breiter Faktoren. Abbildung 3 soll dies schematisch verdeutlichen.

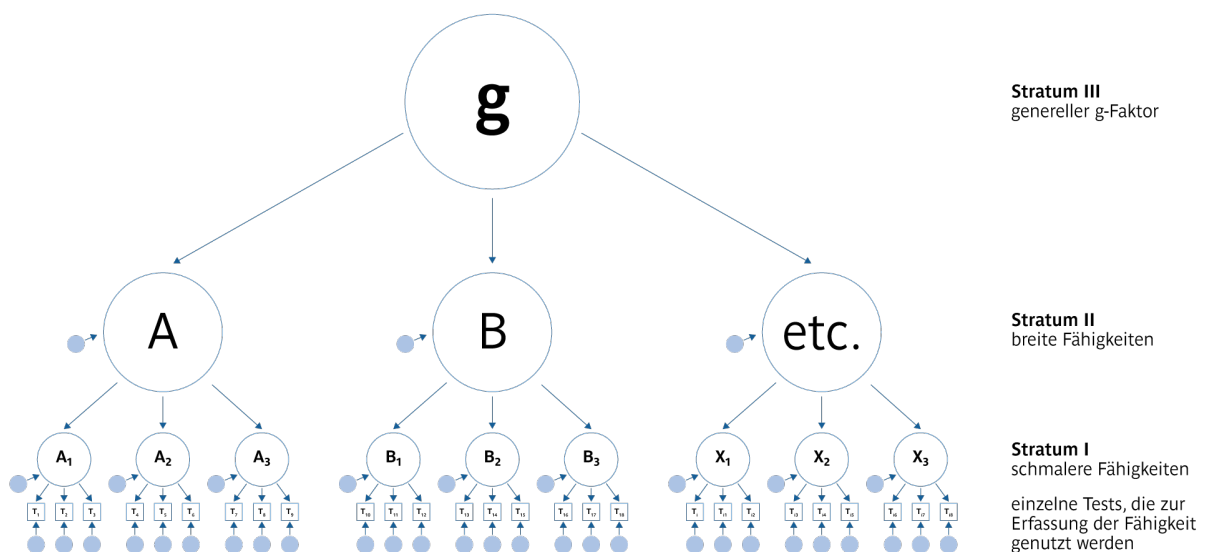


Abbildung 3: Vereinfachte Darstellung eines hierarchischen Intelligenzstrukturmodells mit generellem g-Faktor (adaptiert von Schneider & McGrew, 2018)

Auf oberster Ebene steht dabei ein g-Faktor (allgemeine Intelligenz, Stratum III). Wie der Name schon verdeutlicht, stellt das Modell eine Zusammenführung verschiedener Vorläufermodelle dar. Einbezogen wurden hierbei das Spearman'sche g-Faktor-Modell, die Strukturtheorie nach Thurstone mit unabhängigen Faktoren (primäre mentale Fähigkeiten) und die zwei konkurrierenden neueren Ansätze, nämlich das hierarchische Modell von Cattell und Horn mit interkorrelierten Faktoren sowie das Modell von Carroll. Dabei wurde versucht, über konfirmatorische Faktorenanalysen eine Entscheidung über die unterschiedlichen Modellannahmen der verschiedenen Vorläufermodelle zu erreichen. So konnte dadurch zum Beispiel bei den Gedächtnisleistungen eine Unterscheidung zwischen einem Faktor für das Kurzzeit- und einem Faktor für das Langzeitgedächtnis erreicht werden. Jedoch befindet sich das Modell stetig in der Weiterentwicklung und Überarbeitung. So wird nach aktuellem Stand von mehr als 20 möglichen breiten Fähigkeiten (Stratum II) ausgegangen, wie zum Beispiel fluide Intelligenz, Arbeitsgedächtniskapazität und emotionale Intelligenz, von denen aber noch nicht alle definiert und/oder empirisch fundiert sind. Diese breiten Fähigkeiten bündeln jeweils eine Reihe von schmalen Fähigkeiten (Stratum I). Zur Verdeutlichung: Arbeitsgedächtniskapazität als breite Fähigkeit beinhaltet als schmalere Fähigkeiten das auditive und das visuell-räumliche Kurzzeitgedächtnis sowie die Aufmerksamkeitskontrolle. Dabei

sind die Begriffe „breit“ und „schmal“ keine festen Kategorien, sondern dienen als Mittel, um den Grad der Abstraktion beziehungsweise die Breite zu beschreiben (Schneider & McGrew, 2018).

Da laut Schneider und McGrew (2018) ihr Verständnis von Intelligenz inzwischen viel nuancierter geworden ist, haben sie weitere Zwischenkategorien zwischen „breit“ und „schmal“ hinzugefügt. Dies ermöglicht zwar eine adäquatere Beschreibung der jeweiligen Bereiche, macht aber die visuelle und verbale Darstellung sowie eine knappe inhaltliche Veranschaulichung des Modells nicht mehr möglich. Aus diesem Grund wird zur Vertiefung an dieser Stelle auf die ausführliche Darstellung des CHC-Modells durch Schneider und McGrew (2018) verwiesen.

### 1.2.3 Theoretische und empirische Überschneidungen zwischen den Exekutiven Funktionen und Intelligenz

Beim Vergleich der beiden Modelle gilt es zu beachten, dass es eine nicht zu vernachlässigende konzeptionelle Asymmetrie zwischen den beiden Modellen gibt. So ist das CHC-Modell ein bewusst sehr umfassendes Modell mit dem Ziel, nach Möglichkeit alle kognitiven Tests zu klassifizieren. Das Drei-Komponenten-Modell zu den EF (Miyake et al., 2000b) hingegen klassifiziert nur eine spezifische und begrenzte Auswahl von Testverfahren (Jewsbury, Bowden & Strauss, 2016). Aus einer anderen Perspektive betrachtet, scheint das Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b) wiederum das breitere Modell zu sein, da es mehrere Fähigkeitsbereiche darstellt (affektive, alltägliche und akademische Fähigkeiten), wohingegen das CHC-Modell nur akademische Fähigkeiten (z. B. kognitive Fähigkeiten wie Intelligenz und Sprache) aufschlüsselt (Floyd, Bergeron, Hamilton & Parra, 2010).

Nimmt man in einem ersten Schritt auf Ebene der jeweiligen Konstruktdefinitionen einen theoretischen Vergleich zwischen den EF und Intelligenz vor, so würde man auf den ersten Blick Überschneidungen bei der fluiden Intelligenz (Gf) und den EF vermuten. So wird fluide Intelligenz (breite Fähigkeit) im Rahmen des CHC-Modells als die Verwendung bewusster und kontrollierter Prozesse definiert, die benötigt werden, um neue Situationen und Probleme zu lösen, welche nicht durch zuvor gelernte Schemata bewältigt werden können (Schneider & McGrew, 2018). So wurde bei der Definition der EF im Rahmen dieser Expertise ebenfalls beschrieben, dass sie zum Beispiel bei unerwarteten Ereignissen und neuen Situationen erforderlich sind (Norman & Shallice, 1986) also in Situationen, die ein Verhalten erfordern, welches von automatischen beziehungsweise schematischen Handlungsroutinen abweicht (Drechsler, 2007).

Betrachtet man jedoch fluide Intelligenz genauer auf der Ebene der schmalen Fähigkeiten (Induktion, generelles sequenzielles Denken, quantitatives Denken), wird erkennbar, dass zwar die „Neuheit“ einer Situation, die sowohl fluide Intelligenz als auch die EF erfordert, ähnlich scheint, aber die kognitiven Prozesse, die währenddessen genutzt werden, sich den Modellen zufolge klar unterscheiden. Ein Vergleich der durch die jeweiligen Autor:innen vorgegebenen Definitionen der jeweiligen Subkomponenten macht deutlich, dass es keine inhaltliche Überschneidung zwischen Arbeitsgedächtnis, Inhibition und kognitiver Flexibilität auf der einen Seite und Induktion, generellem sequenziellem Denken und quantitativem Denken auf der anderen Seite gibt.

Auch empirisch gibt es bei der fluiden Intelligenz im Sinne des CHC-Modells keine gemeinsame Varianz mit den EF (Floyd et al., 2010; Jewsbury et al., 2016). Dennoch gibt es vereinzelt Studien,

die statistisch bedeutsame Zusammenhänge zwischen der EF-Subkomponente Arbeitsgedächtnis und der fluiden Intelligenz (Gf) finden (z. B. Benedek et al., 2014), obwohl das Arbeitsgedächtnis, wie eben aufgezeigt, theoretisch nicht Teil der Konstruktdefinition von fluiden Intelligenz im Rahmen des CHC-Modells ist.

Theoretisch zeigen sich die größten inhaltlichen Überlappungen bei den beiden breiten Fähigkeiten Arbeitsgedächtnis (Gwm) und Verarbeitungsgeschwindigkeit (Gs) aus dem CHC-Modell und den EF.

Das Arbeitsgedächtnis (Gwm) wird im CHC-Modell als Fähigkeit definiert, Informationen in der aktiven Aufmerksamkeit zu halten und zu bearbeiten (Schneider & McGrew, 2018). Bei dieser Definition würde man Überschneidungen mit der EF-Komponente Arbeitsgedächtnis sehen. Betrachtet man jedoch die engeren Fähigkeiten, die Gwm im CHC-Modell zugeordnet werden, zeigt sich ein differenzierteres Bild: Neben der auditiven und visuell-räumlichen Kurzzeitspeicherung sowie der Arbeitsgedächtniskapazität umfasst Gwm auch die Aufmerksamkeitskontrolle. Aufmerksamkeitskontrolle wird verstanden als die Fähigkeit, den Aufmerksamkeitsfokus flexibel zu steuern, um aufgabenrelevante Reize zu fokussieren und aufgabenirrelevante Reize zu ignorieren.

Diese Fähigkeit wird im Forschungsfeld EF eher den beiden Komponenten Inhibition und kognitive Flexibilität zugeordnet. Gerade die Teilfähigkeit der kognitiven Flexibilität, die dazu befähigt, einen Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus vorzunehmen, könnte man inhaltlich sehr gut einem Teilprozess der Aufmerksamkeitskontrolle zuschreiben. Auch mit der Definition von Inhibition gibt es eine deutliche inhaltliche Überlappung mit der Aufmerksamkeitskontrolle des CHC-Modells, vor allem mit der Teilkomponente Interferenzkontrolle, also der Fähigkeit, irrelevante Reize zu unterdrücken (Eriksen & Eriksen, 1974). Schneider und McGrew (2018) nehmen hier bewusst keine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Teilfähigkeiten der Aufmerksamkeitskontrolle vor, auch wenn dies inhaltlich ihrer Meinung nach angezeigt ist. Dies führen sie auf die Tatsache zurück, dass man die Arbeitsgedächtniskapazität am besten mit Tests misst, die sowohl den Prozess der Kurzzeitspeicherung als auch den der Aufmerksamkeitskontrolle erfordern.

Dies hat natürlich Folgen für die empirische Untersuchung von Zusammenhängen zwischen den EF und Intelligenz im Kontext des CHC-Modells. Jewsbury und Kollegen (2016) reanalysierten in einer Überblicksarbeit eine Vielzahl von bisherigen Studien zu diesem Thema. Sie kommen zu dem Schluss, dass Arbeitsgedächtnis im Sinne der EF und Gwm aufgrund der hohen gemeinsamen Varianz gleichgesetzt werden können, wohingegen Inhibition und kognitive Flexibilität der breiten Fähigkeit Verarbeitungsgeschwindigkeit (Gs) im CHC-Modell zugeordnet werden. Verarbeitungsgeschwindigkeit (Gs) meint dabei die Fähigkeit, Aufmerksamkeit zu kontrollieren, um relativ einfache, sich wiederholende kognitive Aufgaben automatisch, schnell und flüssig auszuführen (Schneider & McGrew, 2018). Mit Blick auf die Definition von Inhibition innerhalb des Konstrukts der EF umfasst Inhibition jedoch mehr als nur Verarbeitungsgeschwindigkeit. Inhibition versetzt uns in die Lage, nicht nur irrelevante Reize auszublenden, sondern auch dominante, automatische Reaktionen bewusst und intentional zu unterdrücken (Miyake et al., 2000b). Inhibition schafft also eine Basis für situativ angebrachtes und zielorientiertes Handeln. Und auch kognitive Flexibilität ist in diesem Fall breiter definiert. Sie ermöglicht nicht nur einen Wechsel des Aufmerksamkeitsfokus, sondern auch den Wechsel zwischen Aufgaben und Mindsets (Miyake et al., 2000b). In der Lage zu sein, ein Mindset zu wechseln, also zum Beispiel die Sicht- und Denkweise eines anderen zu verstehen und diese zu übernehmen, schafft eine wichtige Grundlage im sozialen Miteinander.

Zudem stellt kognitive Flexibilität eine Basis für anpassungsfähiges und zielführendes Handeln dar. Zumindest bei der EF-Komponente der kognitiven Flexibilität spiegelt sich diese Breite auch in der Empirie wider. So wird diese EF-Komponente zwar im CHC-Modell der breiten Fähigkeit Verarbeitungsgeschwindigkeit (Gs) zugeordnet, aber mit dem deutlichen Hinweis, dass dieser *Shifting*-Faktor nicht dem vollständigen allgemeinen Verständnis von kognitiver Flexibilität entspricht (Jewsbury et al., 2016).

Es wird an dieser Stelle deutlich, dass die empirischen Befunde von Studien zu den EF und Intelligenz im Kontext des CHC-Modells nicht im vollständigen Einklang mit dem theoretischen Abgleich stehen. Die Gründe dafür sind vielfältig. Die Studien basieren auf der Analyse der gemeinsamen Varianz von Aufgaben, welche die EF beziehungsweise die Fähigkeitsdimensionen der Intelligenz im CHC-Modell erfassen sollen. Mit Blick auf die zuvor beschriebene Asymmetrie zwischen den beiden Modellen, das allseits bekannte *Task-Impurity-Problem*<sup>4</sup> und die Tatsache, dass stets nur eine selektive Auswahl von Aufgaben in den Studien genutzt wird (z. B. Floyd et al., 2010; Jewsbury et al., 2016), lassen sich zahlreiche mögliche Ursachen für die Diskrepanz zwischen theoretischen und empirischen Überlappungen identifizieren.

Weitere Herausforderungen bei dem Versuch eines empirischen Abgleichs zwischen den EF und Intelligenz im Kontext des CHC-Modells sind die sich immer noch stetig verändernden Konstruktdefinitionen und -zuordnungen des CHC-Modells. Dies erfordert einen genauen Abgleich der in den Studien genutzten Definitionen (z. B. nach McGrew, 2009) und der hier zugrunde gelegten möglichst aktuellen Definitionen (Schneider & McGrew, 2018). Auch der Abgleich der breiten Fähigkeiten im CHC-Modell mit den Subkomponenten der EF kann empirische Zusammenhänge verschleiern. Dies geschieht, wenn es auf der Ebene der engeren Subfähigkeiten innerhalb einer breiten Fähigkeit entgegengesetzte Korrelationen mit einer EF-Komponente gibt, die sich dann gegenseitig aufheben können. Ganz allgemein ist festzuhalten, dass die vorhandene empirische Forschung – also die verfügbare und heranzuziehende Literatur – dadurch stark eingeschränkt wird, dass einerseits streng an den Konstruktdefinitionen im Sinne der Expertise festgehalten wird und andererseits Intelligenz nur im Rahmen des CHC-Modells betrachtet wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es sowohl theoretische als auch empirische Überlappungen zwischen den EF-Komponenten und einzelnen Subfähigkeiten von Intelligenz im Kontext des CHC-Modells gibt, wenngleich diese nicht vollständig deckungsgleich sind. Zudem zeigen Studien, dass beide Konstrukte (die EF und Intelligenz im Kontext des CHC-Modells) auf oberster Ebene durchaus eine moderate positive Korrelation aufweisen, sowohl in Stichproben von Kindern und Jugendlichen sowie bei gesunden als auch psychiatrischen Erwachsenen (Floyd et al., 2010; Lemann, Davis, Finch & Pierson, 2019; van Aken, van der Heijden, Oomens, Kessels & Egger, 2019). Jedoch gilt es auch zu bedenken, dass beide Konstrukte zentrale und eigenständige Komponenten umfassen, die im jeweils anderen Konstrukt nicht vorhanden sind.

---

4 Das Task-Impurity-Problem bezieht sich auf die Schwierigkeit, bei der Messung von kognitiven Fähigkeiten oder psychologischen Prozessen genau zu isolieren, was tatsächlich gemessen wird. Wenn man eine Aufgabe oder einen Test durchführt, um eine bestimmte Fähigkeit zu messen (z. B. Arbeitsgedächtnis), erfordert die Aufgabe oft auch den Einsatz anderer Fähigkeiten (z. B. Aufmerksamkeit), die man gar nicht messen möchte. Dadurch wird es schwer, die Ergebnisse von Studien eindeutig einer einzigen Fähigkeit zuzuordnen.

## 2. Die Bedeutung der Exekutiven Funktionen für Bildungserfolg und die Entwicklung von besonderen Begabungen

Die EF und Selbstregulation nehmen Einfluss auf unterschiedliche Lebensbereiche, unter anderem auf den schulischen und beruflichen Erfolg. So stehen besser ausgebildete EF und Selbstregulation im Zusammenhang mit günstigeren Entwicklungsverläufen in den Bereichen Bildung und Lernen (z. B. Ahmed, Tang, Waters & Davis-Kean, 2019; Blair & Raver, 2015). Die folgenden Kapitel befassen sich zum einen mit der Bedeutung der EF im Bildungskontext allgemein, zum anderen wird die Rolle der EF bei der Verwirklichung von intellektuellen Potenzialen sowie im Zusammenhang mit schulischem Underachievement genauer betrachtet.

### 2.1 Welche Zusammenhänge zeigen sich zwischen Exekutiven Funktionen und Bildungserfolg?

Die EF und Fähigkeiten, die auf diesen aufbauen, ermöglichen es Schüler:innen, aufmerksam zu sein, gedanklich beim Lerninhalt zu bleiben, sich an Regeln zu erinnern und diese zu befolgen sowie flexibel neue Inhalte und Lösungswege bei Aufgaben zu berücksichtigen oder Perspektiven zu wechseln (vgl. Diamond, 2020). Forschungsarbeiten zeigen, dass die EF zu engagierterem, aktiverem und reflektierterem Lernen beitragen (vgl. Zelazo, Blair & Willoughby, 2016). Folglich spielen die EF sowohl eine direkte als auch eine indirekte Rolle beim Lernen. Diese Zusammenhänge konnten in verschiedenen Altersbereichen nachgewiesen werden. Anzumerken ist, dass die EF in den Studien zum Teil unterschiedlich erhoben und zum Beispiel in der Altersgruppe *Kita*<sup>5</sup> häufig auch noch zu einem Faktor zusammengenommen werden (siehe [Kapitel 3.1](#)). Dadurch kommt es zu teilweise abweichenden Ergebnissen in Bezug auf die einzelnen EF-Komponenten. Bei der Beurteilung von Lernverhalten und Lernengagement kommen zumeist Beobachtungen im Klassenverbund oder Befragungsinstrumente von Kindern und Jugendlichen, Lehrkräften oder Eltern zum Einsatz. Folgend werden die Zusammenhänge übersichtsartig vorgestellt.

#### 2.1.1 Zusammenhänge zwischen Exekutiven Funktionen und allgemeinem Lernverhalten

Im Vorschulalter stellen die EF eine wichtige Komponente dar, wenn es um das Lernen allgemein, die Lernbeteiligung oder wichtige Lernvoraussetzungen geht (z. B. Nelson et al., 2017; Nesbitt,

---

5 Der Begriff Kita wird im Folgenden als Sammelbegriff für Kindertageseinrichtungen verwendet, in denen Kinder im Alter von etwa 3 bis 6 Jahren über den Tag hinweg betreut werden – unabhängig von der konkreten Trägerschaft oder pädagogischen Ausrichtung (z. B. Kindergarten). Nicht gemeint sind dabei Einrichtungen zur Betreuung von Kindern unter 3 Jahren (Krippe) oder Betreuungsformen mit anderem Schwerpunkt (z. B. stationäre Einrichtungen oder schulische Horte), auch wenn diese in manchen Bundesländern ebenfalls unter den Begriff Kita fallen.

Farran & Fuhs, 2015; Ruffini, Marzocchi & Pecini, 2021). Die EF sind beispielsweise mit einem höheren Maß an Lernengagement und sequenziellem Lernen, einer stärkeren Beteiligung an sozialen Lerninteraktionen sowie weniger unkonzentrierten und störenden Verhaltensweisen verbunden (Nesbitt et al., 2015).

Die EF im Vorschulalter sind ein Prädiktor für das Lernverhalten in der ersten Klasse. Gut entwickelte EF im Vorschulalter sagen dabei ein höheres schulisches Engagement, eine höhere Lernbereitschaft sowie konzentrierteres Arbeiten voraus (Nelson et al., 2017; Robson, Allen & Howard, 2020).

Im Grundschulalter spielen die EF eine wichtige Rolle unter anderem beim selbstregulierten Lernen. Selbstreguliertes Lernen beinhaltet Aspekte wie Anstrengungsbereitschaft, Planung, Aufmerksamkeit und Organisation und ist eng mit der akademischen Leistung verbunden (Rutherford, Buschkuehl, Jaeggi & Farkas, 2018). Die EF als ein Aspekt der Selbstregulation sind für die Förderung erster schulischer Lernprozesse von großer Bedeutung. Sie stehen in engem Zusammenhang mit dem Lernverhalten und einer guten Anpassung an den Unterricht (Neuenschwander, Röthlisberger, Cimeli & Roebbers, 2012). Ebenso sind die EF ein wichtiger Teil der Emotionsregulation, wenn es zum Beispiel darum geht, die Aufmerksamkeit von negativen zu positiven Aspekten einer Situation zu verlagern und (in der Situation inadäquate) Impulse zu hemmen. Kinder, die ihre Emotionen besser regulieren können, zeigen ein höheres Maß an schulischer Motivation, Engagement und Leistung (Kwon, Hanrahan & Kupzyk, 2016).

Im Grundschulalter gemessen, lassen die EF verschiedene Vorhersagen zu. So zeigen beispielsweise Kinder mit besseren EF und Wortschatzkenntnissen in der frühen Grundschulzeit höhere Werte bei einer verbalen Analogieaufgabe im Alter von 15 Jahren. Dies deutet darauf hin, dass die EF zur Entwicklung des analytischen Denkens von Kindern beitragen, was wiederum eine wichtige Fähigkeit für den zukünftigen akademischen Erfolg darstellt (Richland & Burchinal, 2013). Eine weitere Studie konnte zeigen, dass die EF gemessen in der späten Grundschulzeit das von den Lehrkräften bewertete Lernverhalten in der sechsten Klasse voraussagen, wie zum Beispiel Arbeitsgewohnheiten, Umgang mit Anweisungen sowie die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit für eine Aufgabe (Jacobson, Williford & Pianta, 2011). Obwohl zumeist unterschiedliche methodische Instrumente angewandt werden, zeigen die Studienergebnisse in dieselbe Richtung, weshalb zusammengefasst festgehalten werden kann, dass die EF für das Lernen in der Vor- und Grundschule von großer Bedeutung sind.

Für die Altersgruppe in weiterführenden Schulen liegen aktuell weniger Studien vor, die die Zusammenhänge zwischen den EF und Lernverhalten untersucht haben. Dennoch lassen sich ähnliche Ergebnisse wie für die jüngeren Altersgruppen finden. So berichten beispielsweise Eltern von mehr Verhaltensproblemen und geringerer Selbstregulation (z. B. Aufmerksamkeitsprobleme und regelverletzendes oder sozial abweichendes Verhalten) im Schulsetting bei Schüler:innen der 6. Klasse mit schwächeren EF-Fähigkeiten. Auch Lehrkräfte berichten diese Zusammenhänge, wenn auch in unterschiedlicher Form. Je nach Schulform, die die Kinder in der 6. Klasse besuchen, zeigen Eltern- und Lehrkraftbewertung abweichende Zusammenhänge. Die Unterschiede zwischen Lehrkraft- und Elternberichten könnten auf den unterschiedlichen Kontext der Beobachtungen zurückzuführen sein, da das Verhalten von Kindern stark vom Umfeld abhängt (Jacobson et al., 2011). Eine weitere Studie von Follmer und Sperling (2016) untersuchte die Zusammenhänge zwischen den EF, Metakognition und selbstreguliertem Lernen bei 18- bis 21-Jährigen: Die EF

hängen sowohl direkt als auch indirekt über metakognitive Fähigkeiten mit selbstreguliertem Lernen zusammen, wobei selbstreguliertes Lernen dabei als die Anwendung von Strategien und der Fähigkeit zur Selbstkontrolle des Fortschritts und der Zielerreichung verstanden wird (Follmer & Sperling, 2016).

### 2.1.2 Zusammenhänge zwischen Exekutiven Funktionen und verschiedenen Lernleistungen

Neben den Zusammenhängen mit dem allgemeinen Lernverhalten spielen die EF zudem auch direkt bei verschiedenen Lernleistungen eine bedeutende Rolle, unter anderem bei der Leseleistung und dem Schreiben, dem Verständnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge und mathematischen Fähigkeiten (z. B. Berninger, Abbott, Cook & Nagy, 2017; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006; Welsh et al., 2010). Diese Zusammenhänge lassen sich sowohl für das Vor- und Grundschulalter finden als auch bei Schüler:innen weiterführender Schulen.

So zeigt beispielsweise die Studie von Purpura und Kolleg:innen (2017), dass bereits im Alter von 3 bis 5 Jahren die Komponenten der EF mit frühen Mathematikleistungen sowie der Lese- und Schreibfähigkeit zusammenhängen. Diese Beziehungen sind je nach Leistungsbereich für die einzelnen EF unterschiedlich, scheinen aber einem Entwicklungsverlauf zu folgen, in dem kognitiv komplexere Aspekte der EF mit komplexeren Aspekten der Mathematik und des Lesens und Schreibens verbunden sind. Die Inhibition als einfache Hemmungsfunktion steht sowohl in Mathematik als auch bei der Lese- und Schreibfähigkeit mit grundständigen Teilbereichen in Zusammenhang. Das Arbeitsgedächtnis spielt besonders bei komplexeren mathematischen und phonologischen Aufgaben eine Rolle, wie zum Beispiel dem Vergleichen oder Kombinieren von Zahlen und Mengen. Die kognitive Flexibilität ist vor allem bei abstraktem und konzeptuellem Denken wichtig, wozu zum Beispiel das Umschalten zwischen verschiedenen Repräsentationsebenen oder der flexible Umgang mit Symbolen zählt (Purpura et al., 2017). Auch die Forschungsgruppe um McClelland (2007) konnte positive Beziehungen zwischen den EF und den Bereichen Lese- und Schreibfähigkeit, Wortschatz und Mathematik bei Vorschulkindern finden. In der Studie konnten außerdem Voraussagen anhand der EF getroffen werden: Bessere Leistungen in den EF sind mit besseren akademischen Leistungen ein Jahr später assoziiert (McClelland et al., 2007).

In der Grundschule zeigen sich ebenfalls Zusammenhänge zwischen den EF und sowohl den mathematischen und naturwissenschaftlichen Leistungen als auch den Sprachleistungen. In einer Übersichtsarbeit zeigen sich für mathematische Fähigkeiten vor allem Zusammenhänge mit dem Arbeitsgedächtnis. Die Ergebnisse zu Inhibition und kognitiver Flexibilität sind gemischerter, zeigen meist aber in dieselbe Richtung (Cragg & Gilmore, 2014). Bei der Entwicklung der naturwissenschaftlichen Leistungen spielen besonders das Arbeitsgedächtnis und die kognitive Flexibilität eine große Rolle. Dabei werden die Wirkungen der EF auf die naturwissenschaftlichen Leistungen sowohl direkt als auch zum Teil über lernbezogene Verhaltensweisen wie Organisation von Lernmaterial oder Ausdauer bei der Bearbeitung von Aufgaben vermittelt. Ähnliche Beziehungen lassen sich auch für mathematische und sprachliche Leistungen finden (Anthony & Ogg, 2020). Im sprachlichen Bereich zeigt sich beispielsweise, dass sowohl die allgemeinen sprachlichen Fähigkeiten wie auch die kognitive Flexibilität im Zusammenhang mit kontextbezogenem Lernen von Wörtern bei Kindern stehen (Hill & Wagovich, 2020).

Leistungen in Mathematik und Deutsch von Schüler:innen im Alter von 5 bis 17 Jahren stehen nachweislich in engem Zusammenhang mit den EF (Best et al., 2011). Die Forschungsgruppe schlussfolgert, dass die EF kognitive Prozesse beinhalten (z. B. Planerstellung, Selbstbeobachtung und Aktualisierung), die für verschiedene Aspekte der akademischen Leistung grundlegend sind. Auch in einer Studie von Malanchini und Kolleg:innen (2019) konnten bei den mathematischen Fähigkeiten individuelle Unterschiede vor allem durch die EF erklärt werden (im Vergleich zu berichts-basierten Messungen der Impulskontrolle, Motivation und Ausdauer als Teil der Selbstregulation). Bei der Lesefähigkeit wurden individuelle Unterschiede sowohl durch die EF als auch durch persönlichkeitsbezogene Aspekte der Selbstregulation (u. a. Offenheit, Gewissenhaftigkeit) erklärt (Malanchini et al., 2019). In einem Review von Bull und Lee (2014) wird die hohe Relevanz des Arbeitsgedächtnisses für mathematische Leistungen bei Kindern ab 9 Jahren betont. In Bezug auf Inhibition und kognitive Flexibilität sind die zusammengetragenen Ergebnisse unterschiedlicher, zeigen aber ähnliche Zusammenhänge vor allem dann, wenn die verwendeten Tests einen Arbeitsgedächtnis-Anteil (*Updating*) beinhalten (Bull & Lee, 2014). Auch im Bereich des naturwissenschaftlichen Denkens deuten Studienergebnisse darauf hin, dass die Planungsfähigkeit als Teil des Arbeitsgedächtnisses besonders beim Erlernen von Fakten wichtig ist. Für das konzeptuelle Lernen ist dagegen eine breitere Palette von Exekutivfunktionen von Bedeutung, was die Rolle der EF beim Verstehen und Anwenden von Wissen über das Gelernte im naturwissenschaftlichen Unterricht unterstreicht (Rhodes et al., 2014).

Diese Ausführungen verdeutlichen, dass die EF bei durchschnittlich entwickelten Kindern und Jugendlichen wichtige Faktoren für die Schulbereitschaft und den weiteren Schulerfolg darstellen – sowohl im Zusammenhang mit allgemeinem Lernverhalten und Arbeitsgewohnheiten als auch mit Leistungen in Mathematik, Deutsch und Naturwissenschaften und vor allem im Bereich von konzeptuellem Verständnis.

## 2.2 Wie gestalten sich die Zusammenhänge zwischen den Exekutiven Funktionen und besonderen Begabungen?

Wie in [Kapitel 1.2](#) beschrieben, zeigen sich bei den EF und Intelligenz sowohl Überlappungen zwischen verschiedenen Subkomponenten als auch allgemein positive Zusammenhänge, vor allem im Kontext der fluiden Intelligenz. Dennoch bleiben die EF und Intelligenz zwei unterschiedliche Konstrukte. In diesem Kapitel wird die Rolle der EF bei Kindern und Jugendlichen mit besonderen intellektuellen Begabungen genauer betrachtet. Dabei ist anzumerken, dass sich sowohl die eingesetzten Erhebungsinstrumente bei den EF als auch die Erhebungsverfahren zur Beurteilung des intellektuellen Potenzials in den Studien zum Teil unterscheiden und auch verschiedene Begrifflichkeiten verwendet werden. So wird beispielsweise im Kita-Alter häufig von „begabten oder fortgeschrittenen Lernenden“ gesprochen im Sinne eines Entwicklungsvorsprungs. Dieser ist allerdings in diesem Alter noch nicht notwendigerweise stabil, sodass eine Beurteilung einer möglichen Hochbegabung allgemein schwierig ist und einer differenzierten Diagnostik und genauen Beobachtung bedarf (Mähler, Cloos, Schuchardt & Zehbe, 2023).

Vermutlich ist mitunter aus diesem Grund die Altersgruppe *Unter 6* am wenigsten untersucht. Dennoch deuten verschiedene Studien im Kindergartenalter darauf hin, dass es einen Zusammenhang zwischen besser entwickelten EF und einem höheren intellektuellen Potenzial gibt. Howard und Vasseleu (2020) konnten beispielsweise zeigen, dass hochbegabte Vorschulkinder in einer kombinierten EF-Aufgabe, die alle drei Kernkomponenten benötigt, besser abschnitten als durchschnittlich begabte Kinder (dies war nicht der Fall bei Einzelmessungen zu den EF). Weiter konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass verschiedene Faktoren eine Hochbegabung von Kindern ein Jahr später voraussagen können. Dazu zählten besonders kognitive Faktoren (kombinierte EF und kognitive Aspekte der Selbstregulation). Interessanterweise wiesen diese Kinder niedrigere Werte bei der verhaltensbezogenen Selbstregulation auf. Sowohl die kognitiven als auch die verhaltensbezogenen Aspekte der Selbstregulation wurden anhand einer Fremdbeurteilung erhoben. Die Autor:innen interpretieren die Ergebnisse dahingehend, dass der Vorteil in den EF bei fortgeschrittenen Lernenden vor allem durch eine effektivere Kombination und Anwendung dieser bei komplexen kognitiven Aufgaben charakterisiert werden kann. Niedrigere Werte bei der verhaltensbezogenen Selbstregulation könnten für fortgeschrittene Lernende dadurch zustande kommen, dass sie beispielsweise auf andere Kinder warten müssen, die mehr Zeit benötigen, oder von Kindern gedrängt werden, während sie noch verschiedene Optionen mental abwägen. Solche niedrigeren Werte in der verhaltensbezogenen Selbstregulation könnten somit eine Folge bei jungen begabten Lernenden sein, da ein langsames Arbeitstempo und viele Wiederholungen bei ihnen zu Langleweiligkeit, Frustration und dadurch Minderleistung führen (Howard & Vasseleu, 2020). Eine weitere Studie, die die Zusammenhänge zwischen den EF und besonderer kognitiver Begabung bei Kindern untersuchte, kommt zu ähnlichen Ergebnissen. So zeigen besonders begabte Kinder im Alter von ca. 5 Jahren bessere EF als durchschnittlich begabte Kinder (Al-Hmouz & Abu-Hamour, 2017).

Ab dem Grundschulalter wurden die Zusammenhänge zwischen den EF und intellektuellen Potenzialen (meist anhand des IQ beurteilt) häufiger untersucht, wenn auch hier unterschiedliche Studiendesigns und Messinstrumente zu teilweise voneinander abweichenden Ergebnissen führen. So konnte beispielsweise gezeigt werden, dass intellektuell begabtere Kinder im Alter von 6 bis 11 Jahren höhere Werte in der mentalen Aufmerksamkeitskapazität erzielten, die eng mit der Arbeitsgedächtnisleistung verbunden ist. Sie reagierten außerdem schneller bei Reaktions- und Inhibitionsaufgaben unterschiedlicher Komplexität und waren besser in der Lage, ablenkende Stimuli zu unterdrücken (Johnson, Im-Bolter & Pascual-Leone, 2003). Auch zeigen überdurchschnittlich begabte Kinder bessere Leistungen in verschiedenen „klassischen“ EF-Tests (*Wisconsin Card Sorting Test, Stroop Color and Word Test, Controlled Oral Word Fluency Test, Design Fluency Test*), nicht aber in kognitiven Tests, die den Einsatz der EF nicht oder kaum erfordern (Arffa, 2007). Besonders bei den Leistungen im Arbeitsgedächtnis deuten Studien auf bessere Leistungen von begabteren Kindern im Alter von 8 bis 14 Jahren hin (Aubry & Bourdin, 2021; Aubry, Gonthier & Bourdin, 2021; Viana-Sáenz, Sastre-Riba, Urraca-Martínez & Botella, 2020, für eine Übersicht).

Ein systematischer Review von Bucaille und Kolleg:innen (2022) liefert ähnliche Erkenntnisse: Begabtere Kinder und Jugendliche im Alter von 6 bis 18 Jahren zeigten bessere Leistungen im Vergleich zu durchschnittlich begabten Kindern unter anderem in den Bereichen Aufmerksamkeit, verbales Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität. Auf der anderen Seite hatten die beiden Gruppen vergleichbare Fähigkeiten in der visuell-räumlichen Verarbeitung, bei Gedächtnisaufgaben, in der Planungsfähigkeit, in der Inhibition und im visuellen Arbeitsgedächtnis. Für die EF-Messungen

kamen dabei verschiedene leistungsbasierte Messinstrumente zum Einsatz. Ob die gefundenen Unterschiede primär auf den IQ zurückzuführen sind, ist aufgrund des Einsatzes verschiedener Instrumente zur Erfassung des IQ, die teilweise eher für die Erkennung von Defiziten als für überdurchschnittliche Leistungen entwickelt wurden, nicht eindeutig zu sagen. Die Übersichtsarbeit liefert zwar Tendenzen zugunsten intellektuell begabterer Kinder, aber keine allgemeingültige Unterstützung der Annahme, dass diese generell über bessere EF verfügen (Bucaille et al., 2022).

In einer späteren Studie mit Kindern im Alter von 6 bis 16 Jahren konnte die Forschungsgruppe um Bucaille (2023) diese Tendenzen anhand von (leistungsbasierten) EF-Tests nicht bestätigen. Die Ergebnisse der Tests unterschieden sich nicht signifikant zwischen der Gruppe der hochbegabten Kinder und Jugendlichen und der mit durchschnittlicher Intelligenz. In der Beurteilung der EF anhand eines zusätzlichen Fragebogens zeigten sich Unterschiede sogar eher zugunsten der durchschnittlich intelligenten Kinder. Überdurchschnittlich begabte Kinder und Jugendliche wurden von ihren Eltern – und teilweise auch von ihren Lehrkräften – weniger gut bewertet. Diese Diskrepanz zwischen leistungsbasierten Messungen und beobachtungs-basierten Bewertungen ist nicht ungewöhnlich, da im Alltag andere Aspekte betrachtet werden können, wie zum Beispiel die Emotionsregulation, und nicht nur die reine kognitive Leistung (Bucaille et al., 2023).

Die Studie von Rocha und Kollegen (2020) kommt wiederum zu dem Ergebnis, dass Kinder und Jugendliche im Alter von 10 bis 15 Jahren mit einem höheren intellektuellen Potenzial bessere Leistungen in den meisten EF-Tests aufweisen als durchschnittlich intelligente Kinder. Dazu zählen das Arbeitsgedächtnis und die kognitive Flexibilität sowie Tests zu komplexeren kognitiven Fähigkeiten wie Problemlösen und logisches Denken. Allerdings lassen sich auch in dieser Studie keine Unterschiede bei der Inhibition finden (Rocha et al., 2020).

Die unterschiedlichen Ergebnisse der vorliegenden Studien lassen keine eindeutige Aussage darüber zu, ob hochbegabte Kinder und Jugendliche über besser entwickelte EF verfügen. Die konträren Befunde machen deutlich, dass hier noch weiterer Forschungsbedarf besteht. Vor allem eine Vereinheitlichung bei der Testauswahl würde die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erleichtern. Darüber hinaus erscheinen Replikationsstudien sinnvoll, um die Stabilität von Befunden zu überprüfen.

### 2.3 Welche Rolle spielen die Exekutiven Funktionen bei der Verwirklichung von intellektuellen Potenzialen?

Anhand der vorliegenden Studien kann von einem gewissen Zusammenhang zwischen den EF und besonderen Begabungen bei Kindern und Jugendlichen ausgegangen werden, wenn auch die Ergebnisse nicht einheitlich sind. Ob dieser Zusammenhang auch zu sichtbar besseren Leistungen in verschiedenen Domänen führt, soll folgend näher betrachtet werden: Wie ist der Zusammenhang zwischen den EF und der Verwirklichung von (kognitiven) Potenzialen?

Diese Fragestellung wird anhand des *Talent Development in Achievement Domains (TAD) framework* näher betrachtet (Preckel & Vock, 2021). Konkrete wissenschaftliche Studien zum Zusammenhang zwischen den EF und dem TAD-Modell liegen aktuell nicht vor. Auf Grundlage der Theorien zum TAD-Modell sowie zu den EF können aber dennoch theoriebasierte Beziehungen hergestellt werden, die auch für die Praxis relevante Erkenntnisse und Ansätze liefern könnten.

Das TAD-Modell untergliedert die Leistungsentwicklung von Kindern und Jugendlichen in vier Abschnitte: 1) Potenzial, 2) Kompetenz, 3) Expertise und 4) außergewöhnliche Leistung (siehe Abbildung 4). Innerhalb dieser Abschnitte wird von einer zunehmenden Spezialisierung ausgegangen. Zu jedem Entwicklungsabschnitt definieren die Autorinnen unterschiedliche Indikatoren und Prädiktoren. Diese lassen sich empirisch erheben und bewerten und können daher zur Ermittlung des Leistungspotenzials auf verschiedenen Ebenen verwendet werden. Dadurch können Fortschritte im Talentbereich verfolgt und mögliche Interventionen entsprechend gestaltet werden. Deshalb schenkt das TAD-Modell vor allem den Prädiktoren von Leistung besondere Beachtung. Es setzt einzelne Prädiktoren und ihre Relevanz für die Talententwicklung in Beziehung zu den unterschiedlichen Entwicklungsstufen. Wichtig an dieser Stelle zu erwähnen ist, dass das TAD-Modell die Talententwicklung aus psychologischer Perspektive betrachtet und den Fokus auf die Person legt. Genetische oder Umwelteinflüsse sind als Prädiktoren ebenfalls von großer Bedeutung in diesem Kontext, werden im Modell aber nicht explizit aufgenommen (Preckel & Vock, 2021).

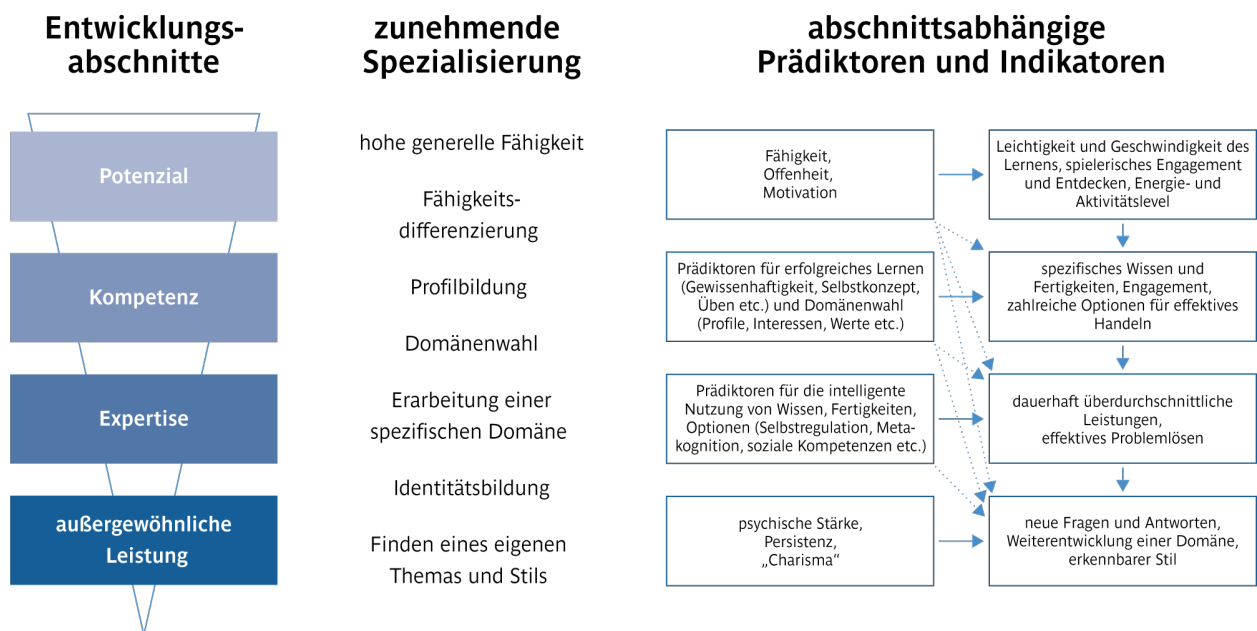


Abbildung 4: Das TAD-Modell nach Preckel (2021) mit den Prädiktoren und Indikatoren im Zusammenhang mit den Entwicklungsabschnitten und der zunehmenden Spezialisierung (Adaption von Koop, 2024)

Im Zusammenhang mit den EF können sowohl die Prädiktoren als auch die Indikatoren näher betrachtet werden, da diese an verschiedenen Stellen Überschneidungen aufzeigen. Da die meisten der im TAD-Modell beinhalteten Aspekte allerdings einen eigenen wissenschaftlichen Diskurs darstellen (z. B. Motivation, Selbstkonzept), sollen hier nur die Beziehungen betrachtet werden, die eine besonders große Schnittstelle mit den EF darstellen.

Die fortschreitende Spezialisierung und Weiterentwicklung von Fähigkeiten erfordern grundsätzlich ein kontinuierliches Dranbleiben, Durchhaltevermögen und Fokussierung. Dafür sind die EF notwendig – wobei davon ausgegangen werden kann, dass deren Bedeutung im Verlauf der Entwicklung zunehmend wächst. Bei den einzelnen Prädiktoren und Indikatoren lassen sich in diesem Modell die EF zum Beispiel in diesen Aspekten erkennen:

- intelligente Nutzung von Wissen ► v. a. Arbeitsgedächtnis und Flexibilität
- Persistenz ► v. a. Inhibition
- Selbstregulation ► Arbeitsgedächtnis, Inhibition und Flexibilität
- zahlreiche Optionen für effektives Handeln ► v. a. Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität
- effektives Problemlösen ► v. a. Arbeitsgedächtnis
- neue Fragen und Antworten ► v. a. kognitive Flexibilität

Preckel und Kolleg:innen (2020) beschreiben bei der Talententwicklung allgemein vier psychologische Bereiche: Kognition, Persönlichkeit, Motivation und psychosoziale Fähigkeiten. Auch anhand dieser lässt sich der Zusammenhang mit den EF weiter verdeutlichen, da die EF in all diesen Bereichen eine entscheidende Rolle spielen. So werden in den Ausführungen der Forschungsgruppe für eine gelingende Talententwicklung zum Beispiel Zielsetzung, Kreativität und eine allgemeine Anstrengungsbereitschaft genannt sowie emotionale Stabilität und Empathie. Diese (und weitere) Aspekte stehen in engem Zusammenhang mit den EF beziehungsweise mit Fähigkeiten, die auf den EF aufbauen (z. B. Diamond, 2020; Schmeichel, Volokhov & Demaree, 2008; Taiwo, Bezdek, Mirabito & Light, 2021).

Einige Aspekte dieser vier psychologischen Bereiche lassen sich wiederum unterschiedlichen Prädiktoren und Indikatoren der vier Entwicklungsabschnitte des TAD-Modells zuordnen. Der erste Abschnitt *Potenzial* zeigt relativ wenige Überlappungen mit den EF. Hier sind Aspekte zu nennen wie Reaktionsfähigkeit und Anpassungsfähigkeit, wenn es um die Neugier und Offenheit beim Lernen neuer Inhalte geht. Dafür sind in erster Linie das Arbeitsgedächtnis und die kognitive Flexibilität von Bedeutung (z. B. Diamond, 2020; Dumont et al., 2022). Im Abschnitt *Kompetenz* zeigen sich eher indirekte Überschneidungen mit den EF. Genannt werden hier Engagement und Gewissenhaftigkeit, die ein hohes Maß an Selbstkontrolle und Zielstrebigkeit verlangen. Auch die Möglichkeit, auf verschiedene Handlungsoptionen zurückgreifen zu können, ist hier aufgeführt. Bei diesen Aspekten spielen das Arbeitsgedächtnis, die Inhibition sowie die kognitive Flexibilität eine wichtige Rolle (vgl. Diamond, 2013). Der Abschnitt der *Expertise* geht über allgemeine Lernfähigkeiten hinaus. Um erworbenes Wissen intelligent anwenden zu können, benötigt es verschiedene metakognitive Fähigkeiten sowie soziale Kompetenzen, um die eigene Expertise erfolgreich einbringen zu können. Sowohl die Metakognition (z. B. Roebers, 2017) als auch soziale Kompetenzen (z. B. Caporaso, Boseovski & Marcovitch, 2019) stehen in engem Zusammenhang mit den EF. Der höchste Entwicklungsabschnitt *außergewöhnliche Leistung* erfordert kontinuierlich hohe Investitionen, die nur mit einem hohen Maß an psychischer Stärke und Resilienz geleistet werden können. Hierbei ist es unter anderem wichtig, mit Misserfolgen und Ablehnungen umgehen zu können. In diesem Bereich wird vor allem die Selbstkontrolle als ein Aspekt im Zusammenhang mit den EF gesehen (z. B. Beaver, Wright & Delisi, 2007).

Somit kann sowohl auf Ebene der allgemeinen psychologischen Bereiche als auch bei den konkret benannten Indikatoren und Prädiktoren die bedeutende Rolle der EF für die Talententwicklung aufgezeigt werden.

### 2.3.1 Verknüpfung Exekutiver Funktionen mit weiteren Domänen

Laut Preckel und Kolleg:innen (2020) können die verschiedenen Aspekte in der Leistungsentwicklung im TAD-Modell generell domänenunabhängig betrachtet werden. In diesem Kapitel wurde anfangs die Bedeutung der EF für verschiedene Schulleistungen herausgestellt (siehe [Kapitel 2.1](#)). Bezogen auf Fachinhalte sind zum Beispiel die mathematischen und sprachlichen Leistungen positiv mit den EF assoziiert (z. B. Best et al., 2011). Ergänzend dazu sollen folgend die Bereiche MINT und Musik näher betrachtet sowie mit den Ausführungen zum TAD-Modell zusammengeführt werden.

Die EF spielen beim naturwissenschaftlichen Denken im Rahmen von MINT grundsätzlich eine wichtige Rolle (Bascandziev, Powell, Harris & Carey, 2016). Naturwissenschaftliches Denken kann dabei mit dem systematischen Beobachten, Hinterfragen, Erklären und Überprüfen von Phänomenen beschrieben werden. Das Arbeitsgedächtnis ist vor allem für das Aktivieren und Bereithalten von Fakten sowie für die Durchführung von mentalen Operationen bedeutsam. Inhibition und kognitive Flexibilität beeinflussen sowohl verschiedene Denkprozesse als auch die zugrunde liegenden Konzepte, um zum Beispiel falsche Annahmen zu unterdrücken oder Unerwartetes einzuordnen. Sie helfen dabei, bestehende Vorstellungen anzupassen und damit Wissen zu strukturieren. Der Zusammenhang zwischen den EF und naturwissenschaftlichem Denken konnte in zahlreichen Studien nachgewiesen werden. Dabei wurde im Zusammenhang mit MINT die Rolle des Arbeitsgedächtnisses am stärksten beforscht. Für Inhibition und kognitive Flexibilität liegen weniger und zum Teil gemischte Untersuchungsergebnisse vor, sie zeigen aber vergleichbare Tendenzen (vgl. Evers, Pauen, Rittelmeyer & Walk, 2018). Diese Ergebnisse decken sich mit den Annahmen zu mathematischem Denken in Anlehnung an das TAD-Modell, in dem verschiedene Aspekte identifiziert wurden, die im Bereich der Mathematik eine hohe Leistungsentwicklung unterstützen. Einige dieser Aspekte haben Überschneidungen mit den EF und spielen auch für die anderen MINT-Domänen eine wichtige Rolle. Dazu zählen beispielsweise die Aufmerksamkeitslenkung, die Problemlösefähigkeit zum Beispiel bei Mustererkennungsaufgaben, die Flexibilität, um zwischen mentalen Prozessen wechseln zu können, und die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit des Arbeitsgedächtnisses (vgl. Preckel et al., 2020). Für den Erfolg in der MINT-Bildung sind die EF somit von großer Bedeutung.

Im Bereich Musik konnte in Studien gezeigt werden, dass eine musikalische Begabung im Zusammenhang mit Intelligenz steht (z. B. Schellenberg, 2011) sowie mit kognitiven Fähigkeiten, unter anderem einem guten Arbeitsgedächtnis (Wallentin, Nielsen, Friis-Olivarius, Vuust & Vuust, 2010). Degé und Kolleginnen (2011) haben untersucht, ob der Zusammenhang zwischen außerschulischem Musikunterricht und Intelligenz durch die EF vermittelt wird. Es zeigten sich signifikante Zusammenhänge zwischen Musikunterricht und verschiedenen Maßen der EF. Die EF vermitteln dabei den Zusammenhang zwischen Musikunterricht und Intelligenz, vor allem die selektive Aufmerksamkeit und die Inhibition (Degé et al., 2011). In Anlehnung an das TAD-Modell können auch für den Bereich Musik einige Überschneidungen mit den EF identifiziert werden. So wird beispielsweise bei der kognitiven und perzeptuellen Erkennung und Verarbeitung komplexer Regelmäßigkeiten in der musikalischen Struktur das Arbeitsgedächtnis benötigt. Auch bei weiteren kognitiven auditiven Fähigkeiten spielen die EF eine Rolle, zum Beispiel bei dem Sequenzgedächtnis und der Fähigkeit zur Wahrnehmungsunterscheidung. Ein anderer Zusammenhang

mit den EF zeigt sich in der Fähigkeit, mit Misserfolg umzugehen, wofür hauptsächlich eine gute Inhibition und Emotionsregulation benötigt werden. Außerdem bedeutet Musiktraining meist einen enormen Zeitaufwand, der nur mit einem hohen Maß an Engagement und Durchhaltevermögen geleistet werden kann (Preckel et al., 2020).

## 2.4 Welche Rolle spielen die Exekutiven Funktionen im Zusammenhang mit schulischem Underachievement?

Die vorangegangenen Ausführungen zeigen die Zusammenhänge sowie die Bedeutung der EF für hohe Leistungen in verschiedenen Domänen. Auch wenn gemischte Erkenntnisse dazu vorliegen und weitere Studien nötig sind, scheinen die EF eine große Rolle zu spielen, wenn es darum geht, Potenziale auszuschöpfen. Folgend soll auf den besonderen Fall von *Minderleistung* eingegangen werden. Bei Minderleistung handelt es sich um eine gezeigte Leistung, die hinter den Erwartungen aufgrund des vorliegenden (Hoch-)Begabungspotenzials liegt (= erwartungswidrige Minderleistung). Wenn von Minderleistung gesprochen wird, kommt häufig der Ausdruck *Underachievement* zum Einsatz. Eine einheitliche Definition von Underachievement existiert aufgrund der vielfältigen Kontexte und Bezugspunkte nicht. Eine verbreitete Begriffserklärung beschreibt Underachievement als eine andauernde Diskrepanz zwischen dem intellektuellen Potenzial und der gezeigten Leistung, die auf allen Fähigkeitsniveaus vorkommen kann. Dementsprechend werden Kinder, auf die diese Beschreibung zutrifft, als (hochbegabte) Underachiever:innen bezeichnet (Preckel & Vock, 2021).

Insgesamt ist die Studienlage zum Zusammenhang zwischen Underachievement und den EF sehr überschaubar. Eine Studie von McCoach und Kolleg:innen (2020) zeigt vor allem Berührungspunkte mit dem Aspekt *Unaufmerksamkeit*. Hochbegabte Underachiever:innen im Alter von 9 bis 17 Jahren wurden sowohl von den Eltern als auch von den Lehrkräften als überdurchschnittlich unaufmerksam bewertet. Die dabei abgefragten Verhaltensweisen lassen sich besonders der Inhibition im Sinne der gezielten Aufmerksamkeitssteuerung zuordnen. Die in der Studie befragten Underachiever:innen schätzten außerdem ihre Selbstregulation als schlechter ein, wenn sie auch höhere Unaufmerksamkeitswerte zeigten, verglichen mit Underachiever:innen mit besseren Aufmerksamkeitsleistungen. Im Bereich Hyperaktivität/Impulskontrolle konnten keine Unterschiede zwischen den hochbegabten Underachiever:innen und durchschnittlich begabten Schüler:innen festgestellt werden (McCoach et al., 2020). Einen weiteren interessanten Zusammenhang liefert die Studie von Crouzevalle und Kolleg:innen (2015). Diese betrachtete den Einfluss von sozialem Druck sowie den Zusammenhang zwischen Leistung und persönlichem Status. Die Studie wurde mit durchschnittlich begabten Studierenden im Alter von ca. 22 Jahren durchgeführt. In zwei Experimenten konnte gezeigt werden, dass Studierende mit besonders guten Leistungen im Arbeitsgedächtnis umso schlechter in Arbeitsgedächtnisaufgaben abschneiden, je stärker der soziale Vergleich hervorgehoben wird. Das heißt, diese Studierenden konnten unter Hinzunahme eines Leistungsvergleichs und sozialen Drucks ihr höheres Potenzial nicht abrufen und blieben hinter den Erwartungen zurück. Die Autor:innen vermuten, dass es bei Studierenden unter diesen Bedingungen zu Statusbedenken hinsichtlich ihrer normalerweise besseren Leistungen kommt, da diese Bedenken die kognitive Leistung beeinträchtigen. Die Studie zeigt damit, dass hohe kogni-

ve Fähigkeiten zur Belastung werden können, wenn es darum geht, sich gegenüber anderen zu beweisen und den eigenen Status zu halten (Crouzevialle et al., 2015).

Aufgrund der geringen Anzahl an Studien zu den EF und ihrem Zusammenhang mit Underachievement werden hier Studien hinzugenommen, die Konstrukte untersuchten, die nah an den EF liegen. So identifizierte eine Übersichtsarbeit von White und Kolleginnen (2018) Motivation, Emotionskontrolle und Schuleinstellung als die am häufigsten untersuchten Faktoren im Zusammenhang mit Underachievement bei Kindern und Jugendlichen. Die Motivation bei begabten Underachiever:innen wird durchgehend als niedriger berichtet verglichen mit begabten Kindern und Jugendlichen. In diesem Zusammenhang finden sich auch Aspekte, die der Selbstregulation zugeordnet werden können. Festzuhalten ist jedoch, dass relativ viele und unterschiedliche selbstberichtete Indikatoren der Motivation in den Studien verwendet wurden (z. B. Motivation, Selbstregulation, Lernzielorientierung, kognitives Motiv, Leistungsambition und Lernfreude). Bei der Emotionsregulation sind die Ergebnisse weniger konsistent und je nach untersuchtem Aspekt sehr variabel. Den Zusammenhang zwischen Motivation und selbstreguliertem Lernen mit Leistungsperformanz unterstützt die qualitative Studie von Paz-Baruch und Hazema (2023). Diese zeigt, dass hochbegabte Schüler:innen (ohne Underachievement) der Oberstufe eine höhere Motivation sowie den Einsatz von mehr selbstregulierten Lernstrategien (u. a. Organisation des eigenen Lernens und Anstrengungsbereitschaft) zeigen als durchschnittlich begabte Schüler:innen. Es scheint somit ein Unterschied zwischen hochbegabten Schüler:innen und hochbegabten Underachiever:innen bei motivationalen Aspekten vorzuliegen. Ein weiterer systematischer und metaanalytischer Review über die letzten 80 Jahre vergleicht Underachiever:innen und Nicht-Underachiever:innen in Bezug auf verschiedene motivationale und selbstregulatorische Lernkorrelate (Fong et al., 2023). Berücksichtigt werden dabei Kinder und Jugendliche von der Grundschule bis zur Hochschule. Die Ergebnisse zeigen, dass Underachiever:innen im Vergleich zu Nicht-Underachiever:innen unter anderem über geringere Ausprägungen in den Bereichen selbstregulierte Lernstrategien, Motivation und Kontrollüberzeugungen (sowohl für Erfolg als auch für Misserfolg) verfügen. Im Durchschnitt neigen Underachiever:innen dazu, sich selbst als Lernende weniger positiv zu sehen, ihnen fällt es schwer, ihr Lernen zu regulieren, und sie zeigen weniger Motivation, ihre akademischen Fähigkeiten weiterzuentwickeln. Das Gefühl, dass die Ergebnisse des eigenen Handelns von äußeren Faktoren abhängen, scheint dabei die Fähigkeit zu beeinträchtigen, das Lernverhalten erfolgreich zu kontrollieren (Fong et al., 2023).

Aufgrund der Bedeutung von Selbstregulation und selbstreguliertem Lernen im Zusammenhang mit Underachievement betonen mehrere Forschungsgruppen die Notwendigkeit, möglichst früh mit passenden Interventionen gegen die Entstehung beziehungsweise Manifestierung von Underachievement vorzugehen. Defizite im selbstregulierten Lernen können sowohl die frühe Entstehung von Underachievement aufdecken als auch Ansatzpunkt für hilfreiche Maßnahmen zum Überwinden dieser Minderleistungen darstellen (vgl. Ridgley, Rubenstein & Callan, 2020). Auch Reis und Greene (o. D.) sehen in der Fähigkeit, selbstreguliert lernen zu können, einen vielversprechenden Ansatz, um entstehendes Underachievement zu mindern. Indem sowohl verhaltensorientierte Strategien als auch umweltorientierte Unterstützungsstrategien zum Einsatz kommen, können Kinder darin gezielt gefördert werden. Bei verhaltensorientierten Strategien handelt es sich zum Beispiel um die Fähigkeit, den eigenen Fortschritt oder die Qualität der Arbeit zu überprüfen, indem Handlungen während des Lernprozesses beobachtet und reflektiert werden.

Bei Strategien, die die Umwelt oder Umgebung in den Blick nehmen, werden unter anderem externe Ressourcen verstärkt genutzt oder das Umfeld der Kinder angepasst (z. B. Minimierung von Ablenkungen oder Aufteilung der Lernzeiten und deren zeitliche Verteilung).

Trotz einiger vielversprechender Studien stellt die Erforschung von akademischem Underachievement – also die Diskrepanz zwischen dem kognitiven Potenzial und der akademischen Leistung von Kindern und Jugendlichen – auch nach fast einem Jahrhundert immer noch ein wenig durchdrungenes Phänomen dar. Seine Komplexität macht es schwierig, die beteiligten Faktoren eindeutig zu definieren oder zu unterscheiden, die mit der Minderleistung von Begabten in Verbindung stehen (vgl. Fong et al., 2023; White et al., 2018). Underachievement tritt sehr unterschiedlich in Erscheinung und ist stark von individuellen Konstellationen und Faktoren anhängig. Wichtig ist auch festzuhalten, dass sich die meisten Studien der Selbstregulation und selbstregulierten Lernen widmen, welche durchaus Überschneidungen mit den EF aufweisen, aber nicht dasselbe Konstrukt beschreiben.

### 3. Entwicklungsverläufe der Exekutiven Funktionen

Die Entwicklung der EF ist ein komplexer Prozess, der sowohl von neurobiologischen Veränderungen als auch von individuellen Faktoren, Erfahrungen und der Umwelt beeinflusst wird. Im folgenden Kapitel wird dargestellt, wie sich die EF im Alter zwischen 3 und 19 Jahren entwickeln, und inwiefern sich die drei exekutiven Kernkomponenten gegenseitig in ihrer Entwicklung beeinflussen. Des Weiteren wird beleuchtet, welche Faktoren (u. a. familiäres Umfeld, Sprache, Geschlecht) mit den EF in Zusammenhang stehen und welche Faktoren die Entwicklung der EF begünstigen beziehungsweise behindern und warum. Abschließend werden diese Ausführungen mit Hochbegabung in Zusammenhang gebracht und Besonderheiten in der Entwicklung bei dieser speziellen Zielgruppe erläutert.

#### 3.1 Wie entwickeln sich die Exekutiven Funktionen im Kindes- und Jugendalter?

Das in [Kapitel 1](#) vorgestellte Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b) wurde bei Erwachsenen am häufigsten repliziert und verwendet (Baggetta & Alexander, 2016). Auch wenn die Befundlage gerade bei Kindern inkonsistent ist, geht ein Großteil der Forscher:innen von einem integrativen Ansatz mit mehreren, sich entwickelnden Subfaktoren aus (Garon et al., 2008; McKenna, Rushe & Woodcock, 2017; van der Ven, Kroesbergen, Boom & Leseman, 2012). Ganz allgemein kann gesagt werden, dass sich die EF von der Geburt bis ins frühe Erwachsenenalter entwickeln (Anderson, 2002; Diamond, 2002; Zelazo & Carlson, 2012). Diese ausgedehnte Entwicklungsphase lässt sich auf die lange andauernde Reifung des präfrontalen Kortex (PFC) zurückführen (Diamond, 2002; Huizinga, Dolan & van der Molen, 2006), der Hirnregion, in welcher die EF primär verortet sind (Burgess & Shallice, 1996; Collette et al., 2005; Fuster, 2001; Moriguchi & Hiraki, 2013). Diese neurologische und neurophysiologische Entwicklung, insbesondere die strukturellen und funktionellen Veränderungen im PFC (Dumontheil, Burgess & Blakemore, 2008; Stuss & Alexander, 2000), sind verantwortlich für eine sich zunehmend ausdifferenzierende Entwicklung der EF gerade in der Kindheit.

Wie in [Kapitel 1](#) zur Definition der EF beschrieben, wird von einer Unterschiedlichkeit der Subkomponenten bei gleichzeitiger Einheitlichkeit ausgegangen, da sie substantiell miteinander korrelieren (Miyake & Friedman, 2012; Miyake et al., 2000b). Mit Blick auf die Entwicklung der EF über die Lebensspanne wird dabei zudem vermutet, dass es ein globales Muster abnehmender Zusammenhänge der EF-Komponenten mit dem Alter gibt (= Altersdifferenzierungshypothese). Die Annahme besteht, dass sich die Faktorenstruktur der kognitiven Fähigkeiten (also nicht nur der EF) mit zunehmendem Alter verändert, sodass es im Laufe der Entwicklung von einem stark allgemeinen Faktor zu trennbaren, aber korrelierten Faktoren kommt (Garrett, 1946). Diese Hypothese der Altersdifferenzierung wurde im Kontext von Intelligenz vielfach untersucht und teilweise bestätigt (z. B. Hildebrandt, Lüdtke, Robitzsch, Sommer & Wilhelm, 2016; Hülür, Wilhelm & Robitzsch, 2011). Bei den EF dagegen gibt es nur wenige Studien, welche die Altersdifferenzierungshypothese direkt und umfassend untersucht haben (Hartung, Engelhardt, Thibodeaux, Harden & Tucker-Drob, 2020). Eine Studie, die sich dieser Aufgabe mittels drei komplementärer Techniken

zur Nutzung deren jeweiligen Stärken (moderierte Faktorenanalyse, lokale Strukturgleichungsmodelle, Netzwerkmodelle) in einer großen Stichprobe (über 1.000 Kinder im Alter von 7 bis 15 Jahren) gestellt hat, sieht kein globales Muster abnehmender Zusammenhänge zwischen den drei EF-Komponenten mit dem Alter. Es scheint ein deutlich komplexerer und noch nuancierterer Verlauf zu sein (Hartung et al., 2020). Aus diesem Grund wird im Folgenden versucht, mittels der empirischen Datenlage aus verschiedenen Studien über Altersgruppen hinweg ein Bild des Entwicklungsverlaufs der EF-Komponenten und ihrer Struktur zu zeichnen. Bei der Betrachtung und Einschätzung der folgenden Inhalte sind die Herausforderungen der Erfassung (siehe [Kapitel 4.1](#)) zu berücksichtigen. So können Befunde zum Beispiel dadurch beeinflusst werden, dass Verfahren besonders sensitiv für eine gewisse Altersspanne sind und für andere nicht. Dadurch ist es schwierig, Entwicklungsverläufe sauber abzubilden (z. B. durch Boden- und Deckeneffekte).

### 3.1.1 3 bis 6 Jahre

Ganz allgemein kann gesagt werden, dass die frühe Kindheit bis zum Alter von 6 Jahren in der Forschung vielfach als eine Phase mit beachtlicher Entwicklung der EF bezeichnet wird (Carlson, Davis & Leach, 2005; Röthlisberger et al., 2010). Dabei wird eine nicht-lineare Entwicklung sowohl für die EF als Gesamtkonstrukt als auch für die drei einzelnen Komponenten postuliert (z. B. Röthlisberger, Neuenschwander, Cimeli & Roebbers, 2013).

Betrachtet man die Entwicklung des Arbeitsgedächtnisses, so sieht man, dass mit zunehmendem Alter die Fähigkeit wächst, mehrere Elemente zu speichern und komplexere Operationen mit diesen durchzuführen. So können sich beispielsweise Kinder im Alter von 3 Jahren im Schnitt ungefähr 4,5 Elemente merken, 5-Jährige dann schon durchschnittlich etwa 6,7 Elemente (Hongwanishkul et al., 2005). Der Entwicklungsverlauf des Arbeitsgedächtnisses scheint dabei besonders steile Verbesserungen zwischen dem 3. und dem 5. Lebensjahr aufzuweisen (Hongwanishkul et al., 2005).

Die Fähigkeit zur Inhibition nimmt im Kindergartenalter deutlich zu (Garon et al., 2008). Bezüglich der Linearität dieser Entwicklung ist die Studienlage je nach genutzten Testverfahren heterogen und lässt keinen eindeutigen Schluss zu (Carlson, 2005; Carlson & Moses, 2001; Diamond & Taylor, 1996; Hughes, 1998).

Die Fähigkeit zur kognitiven Flexibilität entwickelt sich vermutlich zeitlich nach der Inhibition und dem Arbeitsgedächtnis (Clark et al., 2013a; Davidson, Amso, Anderson & Diamond, 2006; Kirkham, Cruess & Diamond, 2003). Zwischen dem 4. und 5. Lebensjahr zeigt sich erstmals eine Verbesserung (Espy, 1997), wobei die Erfassung dieser kognitiven Funktion komplexere Aufgaben erfordert, was eine valide Erfassung in dieser Altersspanne beeinträchtigen könnte. Kindern im Alter von ca. 3 Jahren fällt es noch schwer, ihre Aufmerksamkeit von einem bisher relevanten Reiz auf einen neuen Reiz zu lenken (Kloo, Perner, Kerschhuber, Dabernig & Aichhorn, 2008; Perone, Molitor, Buss, Spencer & Samuelson, 2015; Zelazo, 2006; Zelazo, Frye & Rapus, 1996). Ab dem 4. Lebensjahr entwickelt sich diese Fähigkeit rasch (Carlson, 2005), und 5-Jährige meistern solche Aufgaben meist mühelos (Anderson & Reidy, 2012; Doebel & Zelazo, 2015). Auch Verhaltensanpassungen (wie es z. B. beim *DCCS-Test* erforderlich ist, siehe [Kapitel 4.1](#)) gelingen den Kindern zunehmend besser (Cragg & Chevalier, 2012; Davidson et al., 2006; Diamond, Barnett, Thomas & Munro, 2007).

Im folgenden Abschnitt soll nun die Frage beleuchtet werden, inwieweit sich das etablierte Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b) bereits bei Kindern finden lässt. Die Studienergebnisse hierzu sind zum Teil widersprüchlich und werden im Folgenden kurz summarisch dargestellt. Um einen guten Überblick zu bekommen, bietet es sich an, die Studien anhand der gefundenen Faktorenstruktur zu ordnen, zumal die empirische Evidenz für unterschiedliche Entwicklungsverläufe der drei Subkomponenten im Lauf der Kindheit spricht (Brydges, Fox, Reid & Anderson, 2014; Diamond, 2013; Huizinga et al., 2006).

Einzelne Studien sprechen für die Unterstützung einer einfaktorischen Struktur (Wiebe et al., 2011; Willoughby, Blair, Wirth, Greenberg & The Family Life Project Investigators, 2012a; Willoughby, Wirth, Blair & The Family Life Project Investigators, 2012b). So lassen sich die EF-Leistungen sowohl bei jüngeren Kindern im Alter von 3 Jahren (Wiebe et al., 2011) als auch bei 5- bis 6-Jährigen (Willoughby et al., 2012a) am besten durch einen gemeinsamen Faktor beschreiben. Jedoch gibt es auch Studien, die im Alter der 2- bis 6-Jährigen bereits zwei Komponenten der EF finden (Carlson, 2005; Lee, Bull & Ho, 2013; Miller, Giesbrecht, Müller, McInerney & Kerns, 2012; Senn et al., 2004). So lassen sich bei Carlson (2005) in diesem Alter die beiden Komponenten Arbeitsgedächtnis und Inhibition unterscheiden. Diese beiden Faktoren werden in anderen Studien erst bei älteren Kindern gefunden (z. B. bei 11-Jährigen; Brydges et al., 2014).

Das von Miyake und Kolleg:innen (2000b) postulierte Modell mit den drei Faktoren Arbeitsgedächtnis, Inhibition und kognitive Flexibilität lässt sich bei Kindern bis zu einem Alter von 6 Jahren nur sehr vereinzelt finden. Zum Beispiel können Garon und Kolleginnen (2008) bereits im Alter von 2 bis 4 Jahren die Komponenten Arbeitsgedächtnis und Inhibition finden und dann ab ca. 5 Jahren auch grundlegende Fähigkeiten zum Wechseln zwischen Aufgabensets (kognitive Flexibilität).

Diese Ergebnisse sprechen für unterschiedliche Reifungs- und Differenzierungszeitpunkte der EF. Inhibition ist im Gegensatz zu der langwierigeren Entwicklung der Komponente Arbeitsgedächtnis (Senn et al., 2004) bereits bei jüngeren Kindern stärker entwickelt (Davidson et al., 2006). Die Komponente kognitive Flexibilität zeigt sich in dieser Altersspanne noch nicht konsistent, was einen späteren Entwicklungszeitpunkt vermuten lässt (z. B. Davidson et al., 2006). Sie ist darüber hinaus nicht immer klar von den anderen Komponenten abgrenzbar. Das Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b) kann also bei Kindern bis zu 6 Jahren nicht fundiert repliziert werden.

### 3.1.2 6 bis 11 Jahre

Das Grundschulalter ist eine Zeit, in der die EF eine allgemeine Zunahme zeigen, wobei diese je nach EF-Faktor wie auch im Kindergartenalter variiert (z. B. Brocki & Bohlin, 2004; Buttelmann & Karbach, 2017; Jacques & Zelazo, 2001; Juric, Richards, Introzzi, Andrés & Urquijo, 2013; Segundo-Marcos, Merchán Carrillo, López Fernández & Daza González, 2022).

So sprechen Studien dafür, dass zu Beginn des Grundschulalters (6 bis 8 Jahre) gerade das Arbeitsgedächtnis (Alloway & Alloway, 2013; Juric et al., 2013; Siegel & Ryan, 1989) und einfache Formen der kognitiven Flexibilität einen deutlichen Zuwachs erfahren (Davidson et al., 2006; Juric et al., 2013), welcher sich auch bei Kindern im Alter von 9 bis 12 Jahren fortsetzt (Segundo-Marcos et al., 2022; für Arbeitsgedächtnis: Siegel & Ryan, 1989).

Für den EF-Faktor Inhibition dagegen ist die empirische Studienlage gemischt. So finden einzelne Studien signifikante Entwicklungsveränderungen (z. B. Mullane, Lawrence, Corkum, Klein & McLaughlin, 2014); bei anderen scheint die Fähigkeit zur Inhibition in dieser Altersspanne sehr konstant zu sein und zeigt keine statistisch bedeutsamen Veränderungen in der Altersgruppe der 9- bis 12-Jährigen (Segundo-Marcos et al., 2022). Es scheint einen Verlauf zu geben mit einer Entwicklung der Inhibition bis zu einem Alter von ungefähr 8 bis 10 Jahren (Igazság, Demetrovics & Cserjési, 2019). Danach sieht es so aus, als würde sich die Entwicklung dieser EF-Komponente verlangsamen beziehungsweise stagnieren (Igazság et al., 2019; Ridderinkhof & van der Molen, 1997; Rueda et al., 2004; Segundo-Marcos et al., 2022).

Betrachtet man Studien, welche die Struktur der EF bei älteren Kindern untersuchen, findet sich auch hier ein gemischtes Bild, wenngleich nicht ganz so heterogen wie bei den Kindern im Alter bis ca. 6 Jahren. Selbst bei älteren Kindern spricht ein Teil der Studien für eine einfaktoriel- le Struktur der EF. So postulieren manche Arbeiten diese sogar bei Kindern bis zu 9 Jahren und vereinzelt auch darüber hinaus (z. B. Brydges et al., 2014; Prencipe et al., 2011; Shing, Lindenberger, Diamond, Li & Davidson, 2010; Xu et al., 2013) und gehen bei Kindern im Alter von 11 Jahren auch noch von zwei Faktoren aus (Brydges et al., 2014; Lee et al., 2013; van der Sluis, de Jong & van der Leij, 2007). Dabei werden kombinierte Faktoren gefunden, weil sich zum Beispiel Inhibition und kognitive Flexibilität noch nicht ausreichend statistisch differenzieren lassen und sich so zwei Faktoren (Arbeitsgedächtnis sowie ein Kombinationsfaktor aus Inhibition und kognitiver Flexibilität) bei Kindern im Grundschulalter zeigen (z. B. Brydges et al., 2014; van der Ven, Kroesbergen, Boom & Leseman, 2013). Neben diesen empirischen Befunden zu einer Ein- beziehungsweise Zwei-Faktoren-Struktur im Grundschulalter (und etwas darüber hinaus) gibt es aber auch Studien, die eine Struktur der EF mit drei Komponenten, wie im Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b) postuliert, finden (im Alter von 6 bis 11 Jahren: Brandt, Bondü & Elsner, 2024; 7 & 11 Jahren: Huizinga et al., 2006; von 8 bis 13 Jahren: Lehto, Juujärvi, Kooistra & Pulkkinen, 2003). Dabei scheint die Inhibition sich ab etwa 10 Jahren zunehmend von den beiden anderen Faktoren (Arbeitsgedächtnis und kognitive Flexibilität) zu differenzieren (Hartung et al., 2020).

Ähnlich wie beim Blick auf das Kindergartenalter (3 bis 6 Jahre) ist die empirische Befundlage heterogen. So lässt sich auch hier das Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b) nicht konsistent replizieren. Jedoch findet sich das zuvor beschriebene Muster von Einheitlichkeit (unity) und Unterschiedlichkeit (diversity) (Lehto et al., 2003) im Sinne einer gleichzeitigen Unabhängigkeit der EF-Komponenten und ihrer substanziellen Interkorrelation (siehe [Kapitel 1.1](#)). Das Grundschulalter scheint neben der Kitazeit eine wichtige Phase sowohl für die Entwicklung der drei EF-Komponenten als auch für deren Differenzierung zu sein.

### 3.1.3 11 bis 19 Jahre

Auch über das Grundschulalter hinaus weisen die EF Weiterentwicklungen über die Adoleszenz bis ins Erwachsenenalter auf (z. B. Best et al., 2011; Brocki & Bohlin, 2004; Poon, 2018; Zelazo & Carlson, 2012). Auch hier werden je nach EF-Komponente verschiedene Entwicklungsverläufe sichtbar (z. B. Davidson et al., 2006; Luna, Garver, Urban, Lazar & Sweeney, 2004; Magar, Phillips & Hosie,

2010; Taylor, Barker, Heavey & McHale, 2015). Im Allgemeinen scheint sich aber das Entwicklungstempo mit zunehmendem Alter zu verlangsamten (z. B. Best et al., 2011).

Dabei spricht die empirische Studienlage zur EF-Komponente Arbeitsgedächtnis, welche auf mehreren Studien mit unterschiedlichen Messinstrumenten beruht, für bedeutsame Veränderungen von der frühen bis zur mittleren Adoleszenz (Conklin, Luciana, Hooper & Yarger, 2007; Huizinga et al., 2006; Igazság et al., 2019; Lee et al., 2013) und über den Beginn des Erwachsenenalters hinaus (Boelema et al., 2014; Gur et al., 2012; Luna et al., 2004).

Bei der Inhibition zeichnet sich das Bild aus dem Ende der Grundschulzeit fort. So sprechen einige Befunde, wie oben schon thematisiert, dafür, dass sich die Leistungen bei der Inhibition nach dem Alter von ca. 15 Jahren mit den dort genutzten Verfahren nicht mehr konsistent bedeutsam verbessern (Huizinga et al., 2006; Lee et al., 2013; Luna et al., 2004). Dabei scheint die Stroop-Aufgabe (Stroop, 1935; siehe [Kapitel 4.1](#)) eine Ausnahme darzustellen. Hier finden sich auch bis ins frühe Erwachsenenalter hinein altersbedingte Verbesserungen (Huizinga et al., 2006; Leon-Carrion, García-Orza & Pérez-Santamaría, 2004).

Mit Blick auf die EF-Komponente kognitive Flexibilität finden einzelne Studien eine Zunahme von der frühen Adoleszenz bis ins junge Erwachsenenalter (Boelema et al., 2014; Igazság et al., 2019; Magar et al., 2010). Andere können diese nur bis zu einem Alter von 14 bis 15 Jahren nachweisen (Anderson, Anderson, Northam, Jacobs & Catroppa, 2001; Huizinga et al., 2006).

Auch in dieser Altersgruppe soll die Altersdifferenzierungshypothese und die Passung des Drei-Komponenten-Modells (Miyake et al., 2000b) nicht außer Acht gelassen werden. Für die jüngeren Kinder der hier betrachteten Altersspanne (bis ca. 13 Jahre) lassen sich einzelne Studien finden, die eine Zwei-Faktoren-Lösung postulieren (z. B. Lee et al., 2013). Die Mehrzahl der Studien geht bei Jugendlichen aber von einer Drei-Faktoren-Struktur aus (Huizinga et al., 2006; Lee et al., 2013; Lehto et al., 2003; Theodoraki, McGeown, Rhodes & MacPherson, 2020; Xu et al., 2013), was durch Metaanalysen unterstützt wird (McKenna et al., 2017). In der Summe kann also davon ausgegangen werden, dass sich das postulierte Drei-Faktoren-Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b) zunehmend herausdifferenziert und bei Jugendlichen beziehungsweise jungen Erwachsenen etabliert ist.

Abschließend soll der Vollständigkeit halber noch einmal einschränkend angemerkt werden, dass die hier vorgestellten Befunde für alle Altersgruppen sowohl in ihrer Erfassung der EF als auch in dem methodischen beziehungsweise statistischen Vorgehen stark variieren, was die Robustheit der Aussagen von einzelnen Studien durchaus beeinflussen kann. Für die individuellen Entwicklungsverläufe der einzelnen EF-Komponenten gibt es nach aktuellem Stand keine umfassende Metaanalyse, welche die bisherigen Befunde zusammenfasst. Für die Faktorenstruktur haben Karr und Kollegen (2018) den damaligen Stand untersucht und reanalysiert. Sie kommen zu dem Ergebnis, dass am häufigsten die Drei-Faktoren-Struktur mittels konfirmatorischer Faktorenanalyse untersucht wurde. Dabei fand sich die beste Passung bei Kindern im Vorschulalter bei Modellen mit einem beziehungsweise zwei Faktoren, ab dem Schulalter (also auch bei Jugendlichen und Erwachsenen) dann das Drei-Faktoren-Modell. Wie die Bootstrap-Reanalyse mittels 5.000 simulierter Stichproben zeigt, weisen diese tendenziell am ehesten auf eine Ein-Faktoren-Struktur bei Kindern hin, wobei es eine gewisse Unterstützung für eine Zwei-Faktoren-Struktur ohne differenzierte Komponente zur kognitiven Flexibilität gibt. Ein ähnliches Bild findet sich bei Jugendlichen. Bei Erwachsenen zeigen sich Hinweise für das Drei-Komponenten-Modell nach Miyake mit der postulierten Einheitlichkeit und Unterschiedlichkeit. Allerdings schränken die Autoren die

Aussagekraft etwas ein. Kein Modell konvergierte durchgängig und keines erfüllte alle Anpassungskriterien. Dies spricht für eine mögliche Voreingenommenheit für die Publikation gut passender, aber potenziell nicht reproduzierbare Modelle mit wenig aussagekräftigen Stichproben (Karr et al., 2018). Hier scheint trotz der relativ umfassenden Befundlage weiter Bedarf an qualitativ hochwertiger Forschung zu sein.

## 3.2 Welche familiären und individuellen Faktoren stehen mit den Exekutiven Funktionen und deren Entwicklung in Zusammenhang?

Die Entwicklung der EF steht im Zusammenhang mit verschiedenen familiären und individuellen Faktoren. Es gibt eine Vielzahl an Studien, die entsprechende Zusammenhänge beleuchtet haben. Im Folgenden soll ein Einblick in die Forschungslage zu relevanten Einflussfaktoren auf die EF gegeben werden.

### 3.2.1 Sozioökonomischer Status

Zur Erklärung des Zusammenhangs von Familie und kindlicher Kompetenzentwicklung existieren verschiedene Theorien (Lehrl, 2018). Die ökologische Theorie von Bronfenbrenner (1978) berücksichtigt die Einflüsse verschiedener Umwelten eines Kindes und deren Zusammenspiel (Busch, Kohl & Leyendecker, 2020; Linberg & Wenz, 2017; Niklas, 2015). Die Familie stellt dabei eine wichtige Lernumwelt dar. Familien unterschiedlicher sozioökonomischer Lagen verfügen in unterschiedlich starkem Ausmaß über Ressourcen zur Ausgestaltung dieser Lernumwelten, sodass ihr Anregungsgehalt variieren kann (Betz, 2008; Linberg & Wenz, 2017).

Der Begriff sozioökonomischer Status wird verwendet, um den Zugang einer Familie zu wirtschaftlichen und sozialen Ressourcen zu beschreiben. Der sozioökonomische Status wird operationalisiert, indem beispielsweise Variablen wie Familieneinkommen, Bildungsniveau oder berufliche Stellung der Eltern erfasst und häufig auch miteinander kombiniert werden (Lawson, Hook & Farah, 2018). Zahlreiche Studien belegen den Zusammenhang zwischen den EF und dem sozioökonomischen Status. Dabei wurde im Hinblick auf verschiedene EF-Aufgaben beziehungsweise EF-Komponenten festgestellt, dass Kinder aus Familien mit niedrigerem sozioökonomischem Status bei Aufgaben zur Inhibition, Aufmerksamkeit und kognitiven Flexibilität sowie zum Arbeitsgedächtnis schlechter abschneiden (z. B. Dilworth-Bart, 2012; Hackman, Gallop, Evans & Farah, 2015; Noble, McCandliss & Farah, 2007; Noble, Norman & Farah, 2005; Sarsour et al., 2011). Auch auf neuronaler Ebene finden sich Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status und den kindlichen EF. Sowohl die elterliche Bildung als auch das Einkommen sagten in der Studie von Noble und Kolleg:innen (2015) mit mehr als 1.000 Kindern und Jugendlichen zwischen 3 und 20 Jahren die Fläche des Kortex im Gehirn (Großhirnrinde) vorher. Die Fläche des Kortex wiederum vermittelte den Zusammenhang zwischen Familieneinkommen und den Leistungen der Kinder bei bestimmten EF-Aufgaben.

Last und Kolleg:innen (2018) untersuchten den Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status in der Kindheit und den EF bei einer Stichprobe im Alter von 9 bis 25 Jahren. Zum

Einsatz kamen sechs gängige EF-Aufgaben (z. B. *Digit Span*, *Stroop color-word task*; siehe [Kapitel 4.1](#)). Ihre Studienergebnisse zeigen positive Zusammenhänge zwischen dem sozioökonomischen Status in der Kindheit und den EF-Leistungen, unabhängig vom Alter der Teilnehmenden. Damit liefern die Befunde Hinweise auf das Bestehenbleiben des Einflusses des sozioökonomischen Status auf die EF bis ins frühe Erwachsenenalter. In der Längsschnittstudie von Hackmann und Kolleg:innen (2015) erwiesen sich das verfügbare Familieneinkommen und die mütterliche Bildung als prädiktiv für die Leistungen in EF-Tests im Bereich Arbeitsgedächtnis (mit 54 Monaten) und Planungsfähigkeit (im ersten Schuljahr). Die Effekte blieben zudem bis in die frühe und mittlere Kindheit hinein stabil.

Wie Längsschnittstudien zeigen, weisen interindividuelle Unterschiede in den EF eine bedeutende Stabilität über die Zeit hinweg auf (Casey et al., 2011; Polderman et al., 2007; Zelazo & Carlson, 2012). Erklären könnte man dies beispielsweise durch die Stabilität der Umwelt, in der Kinder aufwachsen, welche unter anderem bedingt wird durch den sozioökonomischen Status der Familie (Klein & von Salisch, 2016; Zelazo & Carlson, 2012).

Insgesamt deuten die wissenschaftlichen Befunde darauf hin, dass der sozioökonomische Status einen erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der EF hat. Zur Erklärung der Wirkungsweise können zwei gängige Modelle herangezogen werden: das *Family Stress Model* und das *Family Investment Model* (Conger & Donnellan, 2007; Hackman et al., 2015). Im *Family Investment Model* wirken sich der sozioökonomische Status (z. B. höhere finanzielle Ressourcen, höherer beruflicher Status und höhere Bildung) und die dadurch möglichen Investitionen dieser Ressourcen positiv auf die kindliche Entwicklung aus. Dies kann beispielsweise über die zur Verfügung gestellten Lernressourcen, den kognitiven Anreizungsgrad der familiären Umgebung sowie die zeitlichen Ressourcen, die Eltern ihren Kindern bieten können, geschehen (Conger & Donnellan, 2007; Hackman et al., 2015). Das *Family Stress Model* postuliert, dass finanzieller Stress sowie die daraus resultierenden Belastungen der familiären Beziehungen und Interaktionen (z. B. durch die Beeinflussung der Qualität, Sensibilität und Reaktionsfähigkeit der Eltern im Erziehungsverhalten) zu einer möglichen Beeinträchtigung der kindlichen Gesundheit und Entwicklung führen können (Conger, Conger & Martin, 2010; Conger & Donnellan, 2007; Hackman et al., 2015).

Unterschiede im sozioökonomischen Status spiegeln sich dementsprechend in der häuslichen Umgebung wider, die sowohl materielle als auch psychosoziale Dimensionen umfasst (Sarsour et al., 2011). So beeinflusst der sozioökonomische Status beispielsweise, inwiefern Eltern Ressourcen zur Verfügung stehen, um die Erfahrungen der Kinder durch Hobbys, Freizeitaktivitäten, Besuche von Museen oder Bibliotheken oder Reisen zu bereichern. Darüber hinaus wirkt er sich aber auch auf die emotionale und verbale Reaktionsfähigkeit der Eltern aus, zum Beispiel das Anbieten von Unterstützung (*Scaffolding*, siehe [Kapitel 3.5](#)) zur Förderung der EF (Bradley & Corwyn, 2002; Sarsour et al., 2011). Diese Unterschiede zeigen wiederum Zusammenhänge mit den kindlichen EF (Sarsour et al., 2011). Ein Mangel an häuslichen Lernressourcen kann mit Entwicklungsverzögerungen in den EF einhergehen. So zeigen Clark und Kolleg:innen (2013a) in ihrer Studie mit 3- bis 5-jährigen Kindern, dass sich die EF, insbesondere Inhibition und kognitive Flexibilität, im Alter von 3 bis 4 Jahren deutlich verbessern, Kinder aus Haushalten mit weniger Lernressourcen jedoch einen leichten, aber anhaltenden Rückstand in diesen Bereichen aufweisen, welcher bis zum Alter von 5 Jahren bestehen bleibt. Sarsour und Kolleg:innen (2011) zeigen in ihrer Studie darüber hinaus, dass Kinder aus Familien mit niedrigerem sozioökonomischem Status, die bei einem Eltern-

teil lebten, bei EF-Tests schlechter abschnitten als Kinder aus Familien mit vergleichbar niedrigem sozioökonomischem Status, die hingegen mit beiden Elternteilen zusammenlebten. Darüber hinaus konnten Aspekte wie elterliche Responsivität, anregende Aktivitäten und gemeinsame Familienzeit als vermittelnde Variablen identifiziert werden, die den Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status und den EF – insbesondere Inhibition und Arbeitsgedächtnis – erklären. Die Gründe dafür sind multifaktoriell und wahrscheinlich auf Prozesse zurückzuführen, die auf vielen Ebenen wirken – das familiäre Umfeld betreffend zum Beispiel der Erziehungsstil oder materielle Ressourcen (Sarsour et al., 2011) sowie weitere Faktoren wie beispielsweise zeitliche Ressourcen oder eine höhere Stressbelastung.

Da der sozioökonomische Status in Studien unterschiedlich operationalisiert wird und teilweise Variablen (z. B. Einkommen und Bildung) zusammengefasst werden (Lawson et al., 2018), lassen sich die Effekte nur schwer bewerten, und es kann nicht klar differenziert werden, was in welchem Umfang Einfluss auf die EF hat.

### 3.2.2 Sprache

Im folgenden Abschnitt zum Zusammenhang zwischen Sprache und den EF werden neben den sprachlichen Fähigkeiten des Kindes auch die Rolle der Familiensprache sowie Bilingualität betrachtet. Sprachfähigkeiten und die EF durchlaufen im Vorschulalter eine rasche Entwicklung, und es gibt zahlreiche Belege dafür, dass sie in der Kindheit miteinander in Verbindung stehen (Shokrkon & Nicoladis, 2022). Trotz umfangreicher Forschung zum Zusammenhang zwischen den EF und Sprachentwicklung im Kindesalter ist nur wenig darüber bekannt, wie genau sich die EF und Sprache gegenseitig beeinflussen. Einige theoretische Ansätze gehen davon aus, dass die Sprachentwicklung eine wichtige Grundlage für die EF darstellt – und somit wichtiger für die EF ist als umgekehrt (Shokrkon & Nicoladis, 2022). Nach diesen Theorien werden Sprachfähigkeiten aktiv bei der Ausführung exekutiver Aufgaben genutzt (Winsler, Fernyhough & Montero, 2009), weshalb bessere sprachliche Fähigkeiten zu besseren Leistungen bei dieser Art von Aufgaben führen sollten. So kann beispielsweise inneres Sprechen dazu beitragen, Handlungsanweisungen mental aufrechtzuerhalten (Shokrkon & Nicoladis, 2022).

Das steht im Einklang mit Vygotskys Theorie, die besagt, dass Sprache ein psychologisches Werkzeug ist, das Kinder in ihrer Selbstregulation unterstützt und es ihnen ermöglicht, Selbstregulationsprozesse zu internalisieren (Vygotsky, 1962). Die Internalisierung von Sprache spielt insbesondere im Kleinkind- sowie Kindergartenalter eine wichtige Rolle für den Übergang von Fremd- zu Selbstregulation (Winsler, Diaz, Atencio, McCarthy & Adams Chabay, 2000). Es wird angenommen, dass über die innere Sprache hinaus auch die Kommunikation durch Sprache Kindern dabei hilft, ihre Denk- und Argumentationsfähigkeiten weiterzuentwickeln, was wiederum die Entwicklung der EF unterstützt (Shokrkon & Nicoladis, 2022).

Studien bestätigen, dass bessere Sprachfähigkeiten mit besseren EF-Leistungen korrelieren (z. B. Röthlisberger et al., 2010). Eine Erklärung für den positiven Zusammenhang könnte darin liegen, dass der Gebrauch von Sprache das Ausführen von EF-Aufgaben erleichtert und dadurch die Leistung des Kindes in diesen Aufgaben verbessert (Brace, Morton & Munakata, 2006). Kinder mit spezifischen Sprachstörungen zeigen in Studien hingegen erhebliche Defizite in EF-Aufgaben

im Vergleich zu gleichaltrigen Kindern mit normal entwickelter Sprache (z. B. Henry, Messer & Nash, 2012). Empirische Evidenz gibt es aus Längsschnittstudien auch dafür, dass die frühen Sprachfähigkeiten die späteren EF vorhersagen. So konnten Kuhn und Kolleg:innen (2016) in einer Studie zeigen, dass der Zuwachs im Wortschatz im Alter zwischen 15 und 36 Monaten sowohl mit der Entwicklung der EF zwischen 36 und 60 Monaten als auch mit dem Entwicklungsstand der EF im Alter von 60 Monaten zusammenhängt. Vallotton und Ayoub (2011) untersuchten in einer Längsschnittstudie mit drei Messzeitpunkten (im Alter von 14, 24 und 36 Monaten) bei 120 Kindern den Einfluss expressiver Sprachfähigkeiten auf die Entwicklung der EF. Dabei zeigte sich, dass insbesondere der Wortschatz im Alter von 24 Monaten prädiktiv für die Entwicklung der EF ist. Auch Slot und von Suchodoletz (2018) untersuchten in einer Studie mit zwei Messzeitpunkten den Zusammenhang zwischen den EF und Sprachfähigkeiten bei 3- bis 4-jährigen Kindern in deutschen Kitas: Kinder mit besseren Wortschatzfähigkeiten zu Beginn der Studie erzielten im Studienverlauf bessere Leistungen in EF-Aufgaben. Ebenso zeigten Kinder, die zu Beginn der Studie bessere EF aufwiesen, größere Fortschritte in ihren Sprachfähigkeiten. Die Ergebnisse stützen die Annahme eines bidirektionalen Zusammenhangs zwischen den EF und sprachlichen Fähigkeiten, wobei sich Sprache als ein stärkerer Prädiktor für die Entwicklung der EF erwies als umgekehrt. Aus ihren Ergebnissen leiten Slot und von Suchodoletz (2018) ab, dass die Sprachentwicklung entscheidend für die Anregung der EF-Entwicklung ist und dass Sprache eine spezifische Art des Denkens und der Informationsverarbeitung fördern könnte, die die EF verbessern kann. Insgesamt zeigt die empirische Forschungslage unterschiedliche Ergebnisse auf, die unter anderem auf variierende Methoden zur Messung der EF und der sprachlichen Fähigkeiten zurückzuführen sind (Sarsour et al., 2011; Slot & von Suchodoletz, 2018).

Studienergebnisse von den Forschungsgruppen um Noble (2007; 2005) weisen darauf hin, dass die Sprachfähigkeit eine wichtige Mediatorvariable ist, die den Zusammenhang zwischen dem sozioökonomischen Status und den EF-Leistungen bei Kindern vermittelt. Der sozioökonomische Status scheint demnach einen Einfluss auf die Sprachentwicklung des Kindes zu haben, die wiederum die Entwicklung der EF beeinflusst (Röthlisberger et al., 2010). Nach Hackman und Farah (2009) variieren sowohl die EF als auch die Sprachfähigkeiten stark in Abhängigkeit vom sozioökonomischen Status. Zahlreiche Studien belegen den Zusammenhang zwischen Indikatoren des sozioökonomischen Status und den sprachlichen Fähigkeiten von Vorschulkindern (z. B. Linberg & Wenz, 2017; Weinert & Ebert, 2013). Besonders eindrücklich zeigt dies auch die Studie von Hart und Risley (1995): Der durchschnittliche Wortschatz von 3-jährigen Kindern aus Familien mit hohem sozioökonomischen Status war mehr als doppelt so groß als der von Kindern mit niedrigem sozioökonomischen Status.

Ein weiterer Aspekt im Zusammenhang zwischen sprachlichen Fähigkeiten und den EF ist Bilingualität. Etwa die Hälfte der Weltbevölkerung ist zwei- oder mehrsprachig (Giovannoli, Martella, Federico, Pirchio & Casagrande, 2020). Einige Studien berichten in diesem Zusammenhang von kognitiven Vorteilen bei zweisprachig aufwachsenden Kindern, besonders in Bezug auf die EF (z. B. Carlson & Meltzoff, 2008; Crivello et al., 2016). Es wird angenommen, dass die ständige Notwendigkeit, beide im Gehirn aktiven Sprachen zu kontrollieren, um die jeweils passende Sprache für den jeweiligen Kontext zu wählen und die andere Sprache zu hemmen, die kognitiven Funktionen und insbesondere die EF beansprucht beziehungsweise verbessert (Bialystok, 2011; Giovannoli et al., 2020).

So ließ sich beispielsweise in einer Studie von Crivello und Kolleg:innen (2016), die den Zusammenhang zwischen Zweisprachigkeit und den EF bei 2- bis 3-jährigen Kindern untersuchte, ein aufgabenspezifischer Vorteil für die Inhibition bei einer *Conflict Task* bei den zweisprachigen Kindern nachweisen. Zu gleichen Ergebnissen kamen Carlson und Meltzoff (2008) in einer früheren Studie: Zweisprachig aufwachsende Kitakinder erzielten (unter Kontrolle von Alter, allgemeinen sprachlichen Fähigkeiten und dem sozioökonomischen Status) bessere Leistungen in *Conflict Tasks*, jedoch nicht in *Delay Tasks* zur Messung der Inhibition. Zweisprachige Kinder zeigen demnach insbesondere eine überlegene Leistung bei *Conflict Tasks*, bei denen sie ihre Aufmerksamkeit auf einen nicht zielgerichteten beziehungsweise irrelevanten Reiz hemmen und sich auf den relevanten Reiz konzentrieren müssen (Aufmerksamkeitskonflikt), nicht aber bei *Delay Tasks*, bei denen sie eine gewünschte Handlung unterdrücken müssen (Carlson & Meltzoff, 2008; Crivello et al., 2016; Kempert & Hardy, 2012). In einer weiteren Studie zeigte sich ein Vorteil für zweisprachige Kinder im Alter von 5 bis 7 Jahren in Arbeitsgedächtnisaufgaben, insbesondere dann, wenn die Aufgaben zusätzliche Anforderungen an die EF stellen – etwa das Ignorieren von Störreizen oder eine parallele Informationsverarbeitung (Morales, Calvo & Bialystok, 2013). Demnach schneiden bilinguale Kinder in Situationen, in denen Ressourcen der Aufmerksamkeitskontrolle und der Inhibitionsfähigkeit beansprucht werden, besser ab als monolinguale Vergleichsgruppen (Kempert & Hardy, 2012). Durch das gleichzeitige Erlernen verschiedener Sprachen und die Anforderung, bereits im frühen Alter zwei Sprachsysteme zu steuern beziehungsweise voneinander zu trennen, sowie dem damit verbundenen Wechsel zwischen lexikalischen Systemen, werden die EF der Kinder, insbesondere die Aufmerksamkeitskontrolle und Inhibition, gestärkt (Carlson & Meltzoff, 2008; Kempert & Hardy, 2012).

Während die genannten Studien den Zusammenhang zwischen Zweisprachigkeit und besseren EF bei Kindern bestätigen (z. B. Carlson & Meltzoff, 2008; Crivello et al., 2016), finden andere Studien diesen Zusammenhang nicht oder nicht konsistent (Nicoladis, Hui & Wiebe, 2018). Giovannoli und Kolleginnen (2020) zeigen mit ihrem Review, dass ein bilingualer Vorteil bei Inhibition und kognitiver Flexibilität zu beobachten ist, nicht jedoch beim Arbeitsgedächtnis. Aufgrund widersprüchlicher Befunde lassen sich keine eindeutigen Schlussfolgerungen zum „bilingualen Effekt“ ziehen. Zukünftige Studien sollten potenzielle Einflussfaktoren wie Sprachbiografie oder methodische Unterschiede stärker berücksichtigen.

### 3.2.3 Geschlecht

Die Anzahl der Studien (insbesondere auch solcher mit bildgebenden Verfahren), welche geschlechtsspezifische Unterschiede in den EF innerhalb einer gesunden Stichprobe untersuchen, ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Dennoch ist der Einfluss des Geschlechts auf die EF nach wie vor nicht gut erforscht, nicht zuletzt wegen der großen methodischen Variabilität in den Studien, beispielsweise aufgrund der Auswahl der EF-Aufgaben oder der Ein- und Ausschlusskriterien für eine Studienteilnahme (Gaillard, Fehring & Rossell, 2021).

Verhaltensstudien, die geschlechtsspezifische Unterschiede in den EF untersucht haben, kommen zu widersprüchlichen Ergebnissen (Gaillard et al., 2021). Sowohl das Alter, die Kultur als auch die Testmethode scheinen die Ergebnisse zu den Geschlechtsunterschieden zu beeinflussen. Häu-

fig finden sich in Studien Geschlechtsunterschiede zum Vorteil der Mädchen (z. B. Carlson & Moses, 2001; Kochanska, Murray, Jacques, Koenig & Vandegest, 1996; Matthews, Ponitz & Morrison, 2009; Röthlisberger et al., 2010). In der Studie von Slot und von Suchodoletz (2018) zeigten sich bei 3- bis 4-Jährigen aus deutschen Kitas beispielsweise (entgegen der Erwartung der Autorinnen) keine Geschlechtsunterschiede in Bezug auf die EF. Eine weitere Studie aus Deutschland von Gunzenhauser und von Suchodoletz (2015) untersuchte in einem längsschnittlichen Design Kinder in den letzten zwei Jahren vor dem Schuleintritt: Jungen zeigten zu Beginn eine schlechtere Selbstregulation als Mädchen, ihre Fortschritte waren im Laufe der Zeit jedoch größer als die der Mädchen, was darauf hindeutet, dass Jungen vor dem Schuleintritt aufholen könnten.

Kulturübergreifende Studien ergänzen die uneinheitliche Forschungslage zu den geschlechtsspezifischen Unterschieden im Hinblick auf die EF. Bei Kindern im Alter von 3 bis 6 Jahren zeigen sich beispielsweise Unterschiede in der Selbstregulation zugunsten der Mädchen nur in westlichen Ländern (z. B. USA); in den asiatischen Ländern China, Taiwan und Südkorea zeigen sich hingegen keine signifikanten Geschlechtsunterschiede (Wanless et al., 2013). Schirmbeck, Rao und Maehler (2020) erfassten in ihrem systematischen Review 26 Studien mit Kindern und Jugendlichen, die zwischen 2006 und 2018 veröffentlicht wurden. Dabei wurden Ähnlichkeiten und Unterschiede in den Entwicklungsmustern von den EF in verschiedenen Ländern identifiziert. Hier zeigte sich im Hinblick auf länderübergreifende Unterschiede in der Entwicklung der EF unter anderem, dass Geschlechtsunterschiede in den EF-Messungen zwischen den Ländern variieren. So schneiden beispielsweise Mädchen bei EF-Aufgaben und der Beurteilung durch Eltern und Lehrkräfte hinsichtlich der EF in westlichen und in ostasiatischen Stichproben besser ab als Jungen. Im Iran und in Tansania zeigen Jungen jedoch höhere EF-Werte (Schirmbeck et al., 2020). Die Studie von Thorell und Kolleg:innen (2013) untersuchte den Zusammenhang zwischen Schulleistungen und der Beurteilung der EF durch Eltern und Lehrkräfte (mittels *CHEXI*, siehe [Kapitel 4.1](#)) bei 6- bis 11-jährigen Kindern in vier Ländern (Schweden, Spanien, Iran und China). Es zeigte sich unter anderem, dass die EF von Jungen im Allgemeinen niedriger eingeschätzt wurden als die von Mädchen. Eine Ausnahme bildet der Iran, wo Eltern, jedoch nicht Lehrkräfte die EF der Mädchen niedriger bewerteten (Thorell et al., 2013). Dies könnte auf kulturell bedingte Verzerrungen in der Wahrnehmung zurückgeführt werden (Schirmbeck et al., 2020; Thorell et al., 2013).

Eine mögliche Erklärung für diese zum Teil widersprüchlichen Ergebnisse könnte damit zusammenhängen, wie die EF erfasst werden. So beruhen manche Studienergebnisse auf der Messung der Verhaltensregulation mithilfe von Tests, andere basieren auf Beurteilungen durch Lehrkräfte oder Eltern. Diese könnten möglicherweise durch geschlechtsspezifische Erwartungen an das Verhalten von Jungen und Mädchen beeinflusst sein und dadurch, im Gegensatz zu leistungsbasier-ten Tests, zu einer verzerrten Wahrnehmung führen (Slot & von Suchodoletz, 2018).

Eine Studie von Assari, Boyce, Bazargan und Caldwell (2020), die Geschlechtsunterschiede im Zusammenhang zwischen sozioökonomischem Status und den EF bei 9- bis 10-jährigen Kindern in den USA untersuchte, konnte zeigen, dass ein hohes Haushaltseinkommen mit höheren EF bei den Kindern assoziiert war. Dabei ergab sich eine statistisch signifikante Interaktion zwischen Geschlecht und Haushaltseinkommen, die auf einen stärkeren positiven Einfluss des Haushaltseinkommens auf die EF von Mädchen im Vergleich zu Jungen hinweist. Besonders Mädchen aus einkommensschwachen Haushalten scheinen der Studie nach stärker gefährdet, ihre EF nicht gut entwickeln zu können (Assari et al., 2020).

Andere Studien haben sich (hirn-)funktionelle Unterschiede zwischen den Geschlechtern angeschaut, um Einblicke in die Mechanismen zu erhalten, die für verhaltensbedingte Geschlechtsunterschiede verantwortlich sind. Gaillard und Kolleg:innen (2021) bezogen 21 Studien mit funktionellen bildgebenden Verfahren in ihren Review ein, um geschlechtsspezifische Unterschiede in den EF bei Erwachsenen zu untersuchen. Sie fanden Hinweise auf geschlechtsspezifische Unterschiede in den neuronalen Netzwerken, die allen in diese Untersuchung einbezogenen Aufgaben der exekutiven Kontrolle zugrunde liegen. Dies könnte darauf hindeuten, dass Männer und Frauen je nach Aufgabenanforderung unterschiedliche Strategien anwenden.

### 3.3 Welche Faktoren beeinflussen die Entwicklung der Exekutiven Funktionen?

Betrachtet man die vorangegangenen Ausführungen zu den Faktoren, die mit den EF in Zusammenhang stehen, sind es grundsätzlich die gleichen Faktoren, die die Entwicklung der EF sowohl begünstigen als auch beeinträchtigen können. Denn so wie die EF positiv durch begünstigende Faktoren unterstützt werden können, kann ihre Entwicklung von anderen beziehungsweise dem Fehlen von günstigen Bedingungen beeinträchtigt werden. Je nach Faktor können diese leichter oder stärker beeinflusst werden. Folgend soll genauer betrachtet werden, wodurch die Entwicklung der EF negativ beeinflusst werden kann.

Die kognitive Entwicklung von Kindern und Jugendlichen wird durch verschiedene Aspekte während des Aufwachsens beeinflusst. Wie bereits dargelegt, gehören dazu unter anderem die häusliche Umgebung und die vorherrschenden Familienverhältnisse, die elterliche Fürsorge sowie die sozialen Ressourcen. Je schlechter diese ausfallen, desto stärker ist die kognitive Entwicklung gefährdet (z. B. Berry et al., 2016; Lipina & Colombo, 2009; Rhoades, Greenberg, Lanza & Blair, 2011). Zu den negativen Faktoren zählen damit beispielsweise Armut, ein niedriger sozioökonomischer Status, erlebte Gewalt, häufige Umzüge, getrennt lebende Eltern oder die Zugehörigkeit zu einer diskriminierten Minderheit. Auch ungünstiges Erziehungsverhalten spielt eine Rolle (vgl. Blair, 2016a; Diamond, 2016). Darüber hinaus werden ein niedriges Geburtsgewicht und ein junges Schwangerschaftsalter, die beide mit dem sozioökonomischen Status korrelieren (Bradley & Corwyn, 2002), mit großen Unterschieden in den EF in Verbindung gebracht (vgl. Hackman et al., 2015). Vor diesem Hintergrund nimmt auch der Migrationshintergrund eine besondere Rolle ein. Familien mit Migrationshintergrund können mit vielfältigen psychosozialen Herausforderungen konfrontiert sein, die sich negativ auf die EF auswirken können, etwa infolge belastender Fluchterfahrungen, sprachlicher oder auch kultureller Barrieren, des Verlusts des sozialen Status oder geringer finanzieller Ressourcen (Busch et al., 2020).

Ein Mechanismus, über den sich diese Faktoren nachteilig auf die EF auswirken, ist der mit ihnen einhergehende Stress. Ist dieser Stress länger andauernd (= *Distress*, negativ erlebter Stress) wirkt er negativ auf die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen (vgl. hierzu Family Stress Models, z. B. Barnett, 2008; Masarik & Conger, 2017). Denn all diese (ungünstigen) Lebensumstände verursachen ein erhöhtes Stresserleben, das sich genauso wie Krankheit, Schlafmangel oder soziale Ausgrenzung negativ auf die EF auswirken kann (Blair, 2010; Blair & Raver, 2016; Diamond & Ling, 2016). Sozioökonomische Belastungen wirken sich negativ auf die Anatomie und Funktionalität des Gehirns

aus. Tendenziell zeigen Kinder aus einkommensschwachen und armen Familien sowohl ein reduziertes Volumen der grauen Gehirns substanz frontal und parietal, langsamere Wachstumsverläufe als auch eine verminderte EEG-Aktivität im frontalen Kortex (z. B. Hanson et al., 2013; Lawson, Duda, Avants, Wu & Farah, 2013; Tomalski et al., 2013). Diese negativen Folgen besonders in präfrontalen Gehirnregionen stehen direkt in Verbindung mit einem weniger erfolgreichen Einsatz der EF.

Lange galt besonders ein Mangel an stimulierenden und anregenden Lerngelegenheiten als zentrale Erklärung für weniger gut entwickelte EF im Zusammenhang mit (chronischem) Stress. Besonders frühe Belastungen, wie mütterliche Depressionen oder elterlicher Stress, werden in diesem Zusammenhang als potenzielle Risikofaktoren für die kognitive Entwicklung – insbesondere der EF – betrachtet. Denn in solchen familiären Situationen stehen Kindern oft weniger anregende Lern- und Interaktionsmöglichkeiten zur Verfügung (Grace, Evindar & Stewart, 2003; Hughes, Roman, Hart & Ensor, 2013; McLoyd, 1998). Aber ebenso führt auch ein ungünstiges „Überangebot“ an Stimuli zu negativen Auswirkungen auf die Entwicklung der EF (Coley, Lynch & Kull, 2015; McEwen & Gianaros, 2010). So kommt es durch chronische Stressoren wie zum Beispiel Lärm, unbeaufsichtigten TV-Konsum, ein chaotisches Umfeld zu Hause und Konflikte in der Familie zu einer veränderten physiologischen Stressreaktion im Körper. Dies liegt an den Auswirkungen von Stresshormonen (u. a. gesteigerte Cortisol-Ausschüttung) auf das sich entwickelnde Gehirn. Diese veränderte neuroendokrine und neuronale Aktivität beeinflusst den Entwicklungsverlauf des Gehirns und hat negative Folgen auf Kognition, Emotion und Verhalten. Es kommt zu veränderten Verhaltensmustern, die geprägt sind durch reaktive und defensive anstatt reflektierte und zielorientierte Reizantworten (Blair & Raver, 2012; Perry & Sullivan, 2014).

Zu den Zusammenhängen zwischen Stress und den EF ist hinzuzufügen, dass sich nicht jede Art von Stress negativ auswirken muss, da das akute Stresserleben stark individuell geprägt und vom Alter abhängig ist. Igazság und Kolleg:innen (2019) sprechen dabei von altersbedingter Stresssensitivität. Ein gewisses Maß an Stress kann den Einsatz von den EF demzufolge sogar verbessern, je nachdem, wann es zu Stresssituationen kommt. Befinden sich die EF noch stark in der Entwicklung, wirkt sich Stress meist negativ auf ihren Einsatz aus. So hat akuter Stress beispielsweise für das Arbeitsgedächtnis und die kognitive Flexibilität noch bis zu einem Alter von etwa 15 bis 17 Jahren meist negative Auswirkungen, wohingegen er die inhibitorische Leistung, die früher ausgereift ist, auch begünstigen kann (Igazság et al., 2019). Die Ausführungen zum Zusammenhang mit Stress machen deutlich, dass die externen und internen Faktoren, die die Entwicklung der EF beeinflussen, vielschichtig und von vielen individuellen Komponenten abhängig sind.

### 3.4 Welche Spezifika zeigen sich in der Entwicklung der Exekutiven Funktionen bei besonders begabten Kindern und Jugendlichen?

Analog zur Betrachtung der Entwicklung der EF im Alter zwischen 3 und 19 Jahren in diesem Kapitel war das Ziel mit Blick auf hochbegabte Kinder und Jugendliche ebenfalls, sowohl den Verlauf der Faktorenstruktur der EF-Komponenten als auch den Entwicklungsverlauf zu beleuchten, um dann im Abgleich Besonderheiten sichtbar machen zu können.

Hierbei ergibt sich die Herausforderung einer nur sehr begrenzten, unzureichenden empirischen Befundlage für diese beiden Aspekte bei der Entwicklung der EF bei Hochbegabten. Die

wenigen Arbeiten gehen davon aus, dass Hochbegabte bei den EF ihren nicht hochbegabten Altersgenossen voraus sind (bei 9- bis 20-Jährigen; Hilscher, 2022), also sich die EF früher entwickeln (Desvaux, Danna, Velay & Frey, 2024). Bei den hochbegabten Kindern und Jugendlichen scheinen sich dabei die EF-Komponenten ähnlich aufbauend wie bei der Gruppe der Nicht-Begabten zu entwickeln (Hilscher, 2022), also das Arbeitsgedächtnis und die Inhibition vor der kognitiven Flexibilität.

Es wird postuliert, dass die frühere Entwicklung der EF vermutlich mit der veränderten Reifung präfrontaler Regionen bei Hochbegabten im Zusammenhang steht. So weisen Hochbegabte eine größere neuronale Plastizität auf (Gómez León, 2020). Mit Blick auf den Verlauf der Faktorenstruktur wird von einer früheren Reorganisation der EF bei Hochbegabten ausgegangen als bei nicht begabten Kindern- und Jugendlichen (Hilscher, 2022).

### 3.5 Welche Risikofaktoren bestehen für die Entwicklung der Exekutiven Funktionen mit Blick auf besondere Begabungen?

Mögliche Risikofaktoren mit Blick auf hochbegabte Kinder und Jugendliche, die sich auf die Entwicklung der EF auswirken können, sind vielfältig und lassen sich nicht für alle Hochbegabten generalisieren. Solche Risikofaktoren können beispielsweise individuell und/oder familiär bedingt sein oder auch auf Ebene der Kita beziehungsweise Schule liegen.

Die EF entwickeln sich wie die meisten Fähigkeiten stark in Wechselwirkung mit der Umwelt (Diamond, 2013). Gerade bei Hochbegabten können sich spezifische Herausforderungen in der Interaktion mit der Umwelt ergeben, „[...] beispielsweise durch dauerhafte schulische Unterforderung, mangelnde Anerkennung vorhandener Fähigkeiten, soziale Benachteiligungen und Hürden oder durch vermutete Vorurteile gegenüber Hochbegabten. Probleme ergeben sich damit kaum als direktes Resultat einer Hochbegabung, sondern vielmehr als Konsequenz einer ungünstigen Interaktion mit der Umwelt (Passungsproblem)“ (Preckel & Vock, 2021, S. 142–143). Da für die spezifische Fragestellung („Gibt es mit Blick auf Hochbegabung besondere Risikofaktoren, die die Entwicklung der EF erschweren könnten?“) keine empirischen Befunde oder Studien vorliegen, die genau diese Zusammenhänge betrachtet haben (auf der Grundlage einer spezifischen Literaturrecherche und nach dem aktuellen Wissensstand der Autorinnen), werden im Rahmen der Expertise ausgewählte Faktoren abgeleitet und diskutiert, die die Entwicklung der EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen sowohl begünstigen als auch beeinträchtigen können.

Grundlage dafür sind beispielsweise die von Diamond (2013) formulierten förderlichen Prinzipien, wie etwa kontinuierliche (kognitive) Herausforderung, wiederholte Übungsmöglichkeiten und vielfältige Lerngelegenheiten. Ebenso werden die Bedeutung früher Entwicklungsphasen (Blair, 2017) sowie die Bedeutung positiver sozialer Beziehungen für die Entwicklung der EF (Diamond & Ling, 2020) diskutiert. Bleiben entsprechende Lerngelegenheiten, Motivation oder soziale Unterstützung aus, kann dies die Entwicklung der EF beeinträchtigen, ebenso wie psychosoziale Belastungen und daraus resultierender Stress. Im folgenden Abschnitt werden die genannten Faktoren anhand von Lehr- sowie Handbüchern in den Kontext (Hoch-)Begabung gesetzt und auf die spezifische Situation hochbegabter Kinder und Jugendlicher übertragen (vgl. Müller-Oppliger & Weigand, 2021; Preckel & Vock, 2021; Webb, Gore, Amend & DeVries, 2017).

### 3.5.1 (Kognitive) Herausforderungen

Damit sich die EF gut entwickeln und Verbesserungen erzielt werden können, müssen sie kontinuierlich herausgefordert werden (Diamond & Ling, 2016). Die EF werden insbesondere in Situationen aktiviert, die neuartig sind und ein Abweichen von automatisierten Reaktionen erfordern (Hagmann-von Arx & Möhring, 2024). Sie werden dann gebraucht, wenn vom *default mode* abgewichen werden muss, beispielsweise bei unerwarteten Ereignissen und in neuen Situationen, beim Setzen von Zielen oder bei der mehrschrittigen Handlungsplanung (Drechsler, 2007). Die EF brauchen den Einsatz, damit sie sich entwickeln können: Wiederholte Übung, Erfahrungen und Aktivitäten, solange sie nicht zu langweilig und repetitiv sind, sondern (mäßig) herausfordernd bleiben, fördern die Entwicklung der EF (Blair, 2017). Ericsson (z. B. Ericsson, Krampe & Tesch-Römer, 1993; Ericsson, Nandagopal & Roring, 2009; Ericsson & Towne, 2010) erforschte, was Expert:innen in unterschiedlichen Bereichen auszeichnet. Das Ergebnis war stets das gleiche: unermüdliches Üben – und zwar nicht das einfache Üben oder Wiederholen, sondern das ständige Streben und kontinuierliche Bemühen, die eigene Komfortzone oder das aktuelle Kompetenzniveau zu überschreiten (Diamond & Ling, 2016). Entwicklungsfortschritte und außergewöhnliche Leistungen werden im Wesentlichen also durch die anstrengungsorientierte und zielgeleitete Übung, die sogenannte *deliberate practice* (dt. „gezielte Übung“), determiniert (Ericsson et al., 2009; Grabner & Meier, 2021; Preckel & Vock, 2021). Dabei handelt es sich um eine hoch organisierte Lernaktivität, bei der es stets um die Verbesserung der eigenen Fähigkeiten und Kenntnisse geht (Preckel & Vock, 2021).

Das steht auch im Einklang mit dem, was Vygotsky (1962, 1986) als *Zone der nächsten Entwicklung* beschreibt. Gemeint ist damit der Bereich, der knapp über dem liegt, was ein Kind selbstständig bewältigen kann, in dem es durch Anleitung einer erfahrenen Person erfolgreich sein kann (Diamond & Ling, 2016). Bruner (1985) verwendete den Begriff *Scaffolding* (dt. „Gerüst“) als Bezeichnung für eine passgenaue Unterstützung, die dem lernenden Kind helfen soll, eine Aufgabe zu bewältigen, die es anfangs nicht eigenständig lösen kann, um Selbstwirksamkeit zu ermöglichen. In Bezug auf die Entwicklung der EF ist es von besonderer Relevanz, stets zu versuchen, das zu meistern, was knapp über dem aktuellen Kompetenzniveau liegt (Diamond & Ling, 2016; Ericsson et al., 2009). Wenn der Schwierigkeitsgrad nicht steigt, kann es andernfalls dazu kommen, dass die Aktivität langweilig wird und man das Interesse verliert (Diamond, 2013).

Angemessene Herausforderungen geben demnach die Möglichkeit, die eigenen Kompetenzen zu erweitern und die EF zu trainieren. Wichtig dabei ist jedoch, dass die Herausforderungen bewältigt werden können. Denn nur so erleben die Kinder Erfolgserlebnisse, was wiederum zu einer Verbesserung der EF führen kann (Walk & Evers, 2013). Hochwertige Anregungsprozesse liefern somit einen wichtigen Beitrag sowohl im Hinblick auf die Entwicklung der EF als auch für eine gelingende Begabungsentfaltung bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen.

### 3.5.2 Lerngelegenheiten

Hochbegabte Kinder haben oft Vorteile im Unterricht, weil sie sich leicht tun, Inhalte zu erfassen oder Zusammenhänge herzustellen. Sie eignen sich in vielen Fällen den Lernstoff oder Informationen relativ mühelos an und brauchen weniger Übung als Gleichaltrige ohne besondere Bega-

bung, um sich Dinge einzuprägen (Webb et al., 2017). Deshalb könnte man annehmen, dass sie aufgrund ihres hohen intellektuellen Potenzials weniger für bestimmte Entwicklungsprozesse nötige herausfordernde Lerngelegenheiten bekommen. Preckel und Vock (2021) schreiben in ihrem Lehrbuch zur Hochbegabung, dass dauerhafte Unterforderung, beispielsweise durch nicht genügend herausfordernde Angebote in Kita oder Schule, zu Enttäuschung bei Kindern mit hohem intellektuellem Potenzial und starken intellektuellen Interessen führen kann. Hochbegabte Kinder können so eine ständige Diskrepanz zwischen den eigenen Fähigkeiten und den ihnen zu niedrigen Anforderungen erleben. Dies kann der Fall sein, wenn nicht auf ihre bereits entwickelten Fähigkeiten eingegangen wird und sie dazu angehalten werden, Inhalte zu lernen beziehungsweise zu wiederholen, die sie längst beherrschen. Merkmale des Unterrichts (z. B. Lehrpläne mit wenig Differenzierung, fehlende Passung zwischen Unterrichtsangebot und individuellen Fähigkeiten oder Lernbedürfnissen) können in diesem Zusammenhang als schulische Risikofaktoren diskutiert werden (Preckel & Vock, 2021). Wenn sich ein Kind immer wieder einem Lerntempo anpassen muss, das seinen Fähigkeiten nicht entspricht, kann sich dies langfristig äußerst negativ auf seine intrinsische Lernmotivation auswirken. In der Folge kann dies etwa zu verminderter Anstrengungsbereitschaft führen (Preckel & Vock, 2021). Das sogenannte *Modell der Spirale der Enttäuschungen* (Wieczerkowski & Prado, 1993) beschreibt in diesem Kontext, wie sich solche frustrierenden Erlebnisse bei hochbegabten Kindern mit der Zeit ansammeln und zu zunehmender Enttäuschung führen, was durch lang anhaltende Unterforderung über die Zeit zur Entwicklung von Underachievement beitragen kann (Preckel & Vock, 2021).

Durch das Fehlen von herausfordernden Lerngelegenheiten fehlt auch das Übungsfeld, die EF „am Limit“ zu trainieren, was für die Entwicklung der EF jedoch maßgeblich ist. Damit sich die EF gut entwickeln können, ist es bedeutsam, Kindern zahlreiche Lerngelegenheiten entsprechend ihrem Entwicklungsstand zu bieten (Walk & Evers, 2013). Diese sollten von den Kindern als Herausforderung erlebt werden, ihre Anstrengungsbereitschaft sowie ihre selbstregulatorischen Fähigkeiten erfordern sowie Möglichkeiten bieten, ihre Perspektiven zu erweitern.

Wenn Kinder auch ohne den Einsatz von Lernstrategien bis zu einem bestimmten Zeitpunkt ihrer Bildungskarriere sehr gute Ergebnisse erzielen können, verstärkt sich ihr Eindruck, dass Erfolge ohne Anstrengung erreicht werden können. Dies kann sie jedoch daran hindern, sich passende Arbeits- und Lernstrategien anzueignen (Preckel & Vock, 2021; Stöger, Balestrini & Ziegler, 2021). Das systematische Einüben, die Aufrechterhaltung der Konzentration über einen längeren Zeitraum oder die Auseinandersetzung mit zunächst unattraktiven Inhalten werden kaum gelernt (Preckel & Vock, 2021). Für die Entwicklung der EF ist es jedoch wichtig, genau das wiederholt zu üben: dranbleiben, um die eigenen Ziele zu erreichen, die Aufmerksamkeit fokussieren und konzentriert bleiben, sich selbst motivieren, Lernprozesse planen, ständig überwachen und reflektieren.

### 3.5.3 Psychosoziale Belastungen und Stress

Es gibt verschiedene Faktoren, die ein Kind anfälliger für Stress machen. Hochbegabte Kinder und Jugendliche können dabei in besonderem Maße betroffen sein, da sie nicht nur andere Formen von Stress erleben, sondern diesen aufgrund ihrer erhöhten Sensitivität auch intensiver wahrnehmen als durchschnittlich begabte Gleichaltrige (Webb et al., 2017). Zu den stressauslösenden Fak-

toren gehören beispielsweise ein Mangel an (kognitiven) Herausforderungen sowie fehlende Passung zwischen Lernbedürfnissen und schulischem Angebot. Daneben gelten auch übersteigerte Erwartungen durch andere (z. B. begleitende Erwachsene) oder sich selbst (z. B. ungesunder Perfektionismus) als Risikofaktoren, die mit Stress einhergehen können. Ein überhöhter Perfektionsanspruch kann dabei so stark wirken, dass Herausforderungen aus Angst vor dem Scheitern gemieden werden (Webb et al., 2017), was wertvolle Lernchancen und somit auch die Entwicklung der EF beeinträchtigen kann.

Ein weiterer relevanter Aspekt ist die schulbezogene Ängstlichkeit. Der Studie von Bakaeva und Valuiskaya (2019) zufolge zeigen hochbegabte Kinder häufiger schulbezogene Ängste als ihre gleichaltrigen Mitschüler:innen. Diese Ängste beziehen sich vor allem auf die Angst vor Selbstüberforderung, die soziale Interaktion mit Lehrkräften und Peers sowie auf Leistungs- und Testsituationen. Auch sozial-emotionale Herausforderungen durch Mobbing, Ausgrenzung und Ablehnung durch Peers können zu Stress führen (Evers, 2024; Webb et al., 2017).

Stress wiederum kann die Entwicklung wie auch die Anwendung der EF beeinträchtigen (z. B. Diamond, 2013; Shields, Sazma & Yonelinas, 2016), siehe auch [Kapitel 3.3](#). Allerdings ist noch nicht vollständig geklärt, ob Stress alle EF-Komponenten gleichermaßen negativ beeinflusst oder ob er sich unterschiedlich auf einzelne EF auswirkt (Shields et al., 2016). Eine Vielzahl an Studien, die die Auswirkungen von Stress auf die Kognition untersucht haben, ergibt ein uneinheitliches Bild darüber, ob und unter welchen Bedingungen Stress vorteilhafte oder nachteilige Auswirkungen auf die EF hat. Die Übersichtsarbeit von Plieger und Reuter (2020) gibt einen Überblick über das Konzept von Stress und seine Neurobiologie sowie moderierende Faktoren, die beim Zusammenhang zwischen Stress und den EF zu berücksichtigen sind.

Das Gefühl, einer Anforderung oder Aufgabe nicht gewachsen zu sein, kann negative Emotionen wie Angst auslösen, Frust hervorrufen und mit Stress einhergehen. Besonders wenn Kinder viele solcher Momente und Situationen erleben, kann sich die Erfahrung von Misserfolg verfestigen, und es kann zu einem Verlust des Vertrauens in die eigenen Fähigkeiten kommen, Herausforderungen bewältigen und Ziele erreichen zu können (Selbstwirksamkeit). Kinder vermeiden folglich Herausforderungen und verpassen damit Chancen, ihre EF zu verbessern (Walk & Evers, 2013). Wenn Kinder Angst haben, sich überfordert oder bedroht fühlen, wird das meist schnell in ihrem Verhalten (z. B. Schwierigkeiten bei der Regulation von Emotionen und Verhalten) sichtbar – Stress beeinflusst so direkt ihr Lern- und Sozialverhalten. Besonders begabte Kinder, die häufig unter Stress stehen und sich so weniger gut selbst regulieren können, verpassen so unter Umständen wichtige Lerngelegenheiten (Evers, 2024), die auch für die Entwicklung der EF bedeutsam sind.

Hat ein Kind eine Aufgabe hingegen erfolgreich gelöst und erhält dazu positive Rückmeldung, stärkt dies das Selbstkonzept eigener Fähigkeiten. Diese positive Selbstwahrnehmung führt dann dazu, dass man sich eher zutraut, sich mit neuen Inhalten auseinanderzusetzen, bei Rückschlägen weniger schnell aufgibt und an den eigenen Erfolg glaubt (Preckel, 2021). Für hochbegabte Kinder können sich aufgrund der überdurchschnittlichen intellektuellen Fähigkeiten Gelegenheiten zum Üben viel seltener ergeben (z. B. mit Rückschlägen und Frustrationen beim Lernen umzugehen), was dazu führen kann, dass die Regulation nicht so gut gelingt, wenn die Anforderungen höher werden und Aufgaben nicht mehr so erfolgreich wie gewohnt gelöst werden können.

Gerade in Bezug auf Underachievement wurden zahlreiche Faktoren identifiziert, die mit erlebtem Stress in Zusammenhang stehen und das Wohlbefinden von Kindern und Jugendlichen

negativ beeinflussen können. Von Underachievement betroffene Schüler:innen haben oft negative Einstellungen gegenüber der Schule und Schwierigkeiten in sozialen, emotionalen und motivationalen Bereichen (z. B. Leistungsängstlichkeit, Misserfolgsmotivierung). Sie verfügen über ein geringeres Selbstwertgefühl und äußern häufiger internalisierendes (z. B. Angst) oder externalisierendes (z. B. Aggressivität) Problemverhalten (Preckel & Vock, 2021).

### 3.5.4 Motivation (Achievement Orientation Model)

Einige der bereits genannten Aspekte finden sich auch im *Achievement Orientation Model* (Siegle & McCoach, 2005; Siegle, McCoach & Roberts, 2017) wieder, das zur Erklärung von Underachievement herangezogen werden kann. In diesem Modell werden vier Schlüssel-Komponenten postuliert (siehe Abbildung 5): Drei Faktoren (Sinnhaftigkeit/Interesse, Selbstwirksamkeit, Umweltwahrnehmung) beeinflussen der Theorie nach die Motivation von Schüler:innen. Diese bedingen sich gegenseitig: Schwächelt einer der Faktoren, so hat dies Auswirkungen auf die anderen beiden. Die Motivation steht wiederum in Wechselwirkung mit der Selbstregulierung. Die Selbstregulierung (vierter Faktor) umfasst Fähigkeiten und erlernte Strategien, mit denen eine Person ihr Verhalten, ihre Gedanken und Gefühle so steuern kann, dass gesetzte Ziele erreicht werden können. Dazu zählen beispielsweise Strategien des Zeitmanagements, effektive Lerntechniken sowie der Umgang mit Rückschlägen oder Ablenkungen. Die selbstregulativen Fähigkeiten werden insbesondere bei steigenden Anforderungen wichtiger (Koop, 2023).

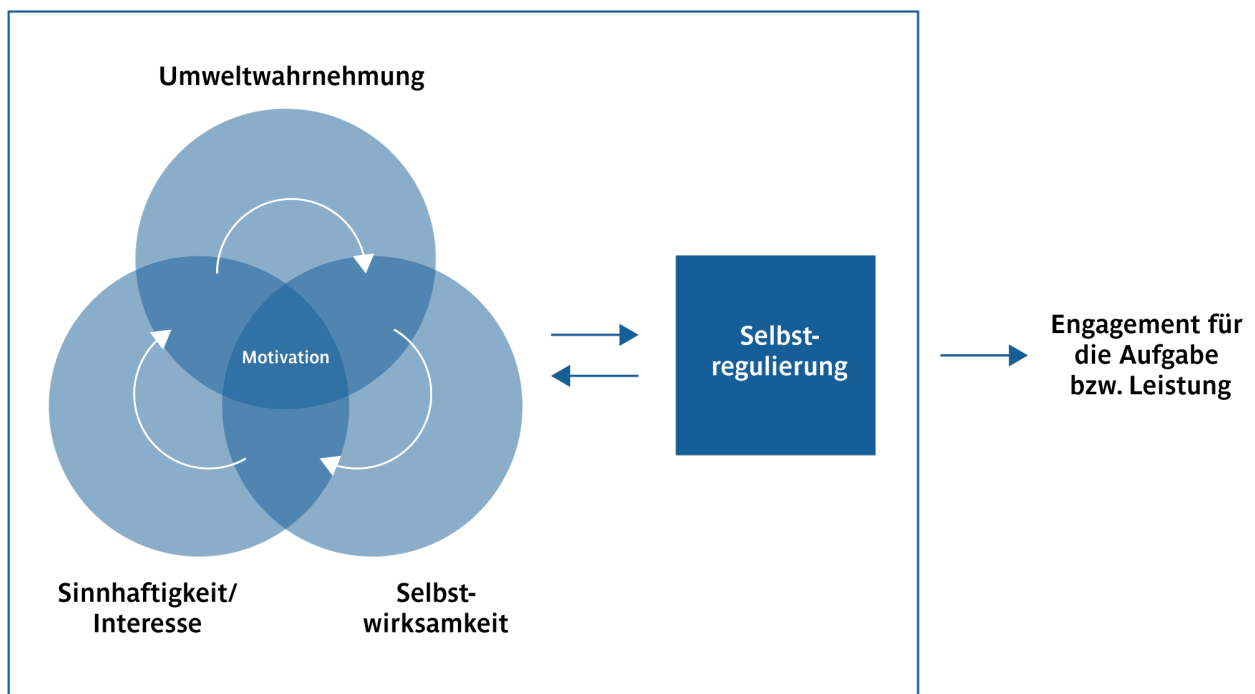


Abbildung 5: Abbildung nach dem *Achievement Orientation Model* von Siegle und McCoach (2005) und Siegle und Kolleginnen (2017) (Adaption von Koop, 2023)

Selbstregulative Kompetenzen wirken sich positiv auf die Motivation von Kindern aus: Gelingt es ihnen, sich gut selbst zu steuern und Aufgaben erfolgreich zu bewältigen, stärkt dies das Vertrauen

in die eigenen Fähigkeiten. In der Folge sind sie eher bereit, sich auch komplexeren Anforderungen zu stellen, anstatt diese zu vermeiden. Solche Erfolgserlebnisse fördern wiederum die Selbstregulation (Koop, 2023), wodurch ein positiver Entwicklungskreislauf entstehen kann. Reichen die Fähigkeiten zur Selbstregulation nicht aus, so gelingt es nicht, Motivation aufzubauen beziehungsweise aufrechtzuerhalten. Bleiben solche positiven Erfahrungen aus, könnte dies dazu führen, dass komplexe Aufgaben gemieden oder verweigert werden. Somit könnten herausfordernde Lerngelegenheiten fehlen, die für die Entwicklung der EF bedeutsam wären. Ein negativer Entwicklungskreislauf könnte entstehen, für dessen Überwindung wiederum passende Lerngelegenheiten wichtig sind, die Erfolgserlebnisse ermöglichen und zur Kompetenzentwicklung beitragen.

Merkmale wie beispielsweise das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit (Selbstwirksamkeit), Durchhaltevermögen, leistungsbezogene Ziele und Werte, eine gute Selbstregulation und hohe Leistungsmotivation sind für die Leistungsentwicklung besonders relevant (Ziegler, 2004).

### 3.5.5 Frühe Entwicklungsphasen

Für die Entwicklung der EF sind insbesondere die frühen Entwicklungsphasen von zentraler Bedeutung. Dies ist auf die besonders rasante Entwicklung des PFC und anderer relevanter Gehirnbereiche in dieser Phase zurückzuführen (siehe [Kapitel 3.1](#)). Vor diesem Hintergrund ist es wichtig, die EF und ihre Entwicklung bereits im Kindergartenalter in den Blick zu nehmen (Blair, 2017), um Entwicklungsprozesse frühzeitig zu begleiten und mögliche Unterstützungsbedarfe zu erkennen. Dabei ist es von Bedeutung, sich auf Grundlage gezielter Beobachtungen ein umfassendes Bild vom Entwicklungsstand und -fortschritt der Kinder zu machen (siehe [Kapitel 6.2](#)). Zugleich ist ein kritisches Bewusstsein dafür erforderlich, dass die eigenen Beobachtungen durch implizite Theorien und persönliche Annahmen sowie Erwartungen an das Verhalten des Kindes beeinflusst und verzerrt werden können (siehe [Kapitel 4.3](#)), da sie unbewusst bei der Beurteilung von Situationen oder Personen miteinfließen (Preckel & Vock, 2021).

Unter *Halo-Effekt* versteht man in diesem Zusammenhang einen systematischen Fehler in der Personenbeurteilung, welcher die Tendenz beschreibt, dass von einem markanten oder auffälligen Merkmal (z. B. einer hohen Intelligenz) auf weitere Eigenschaften der Person geschlossen wird, ohne dass dafür eine objektive Grundlage vorliegen muss. Dies führt dazu, dass diese eine wahrgenommene markante Eigenschaft die Person „überstrahlt“ (Preckel & Vock, 2021). So könnte es sein, dass das soziale Umfeld des Kindes (z. B. Eltern, pädagogische Fach- oder Lehrkräfte) annimmt, dass ein überdurchschnittlich begabtes Kind auch in allen anderen Bereichen (beispielsweise im Sozialverhalten oder in den EF) überdurchschnittlich entwickelt ist. Dies könnte zu einem dazu führen, dass man die Kinder in diesen Bereichen überfordert (Preckel & Vock, 2021), zum andern aber auch, dass Schwächen, Bedürfnisse oder Unterstützungsbedarfe übersehen werden und so Chancen zur individuellen Unterstützung in frühen Entwicklungsphasen möglicherweise ungenutzt bleiben.

### 3.5.6 Soziale Interaktion und Peer-Beziehungen

Vom Kindes- zum Jugendalter werden Beziehungen zu Gleichaltrigen (Peers) zunehmend komplexer und herausfordernder (z. B. Eschenbeck & Lohaus, 2022). Interaktionen und Beziehungen mit (gleichaltrigen) Kindern, vor allem im gemeinsamen Spiel, bieten ein Übungsfeld, in dem die Selbstregulation beziehungsweise die EF geübt werden können (z. B. Coplan & Arbeau, 2009).

Für hochbegabte Kinder und Jugendliche ist es unter Umständen schwieriger, sich in soziale Situationen einzufügen und Kinder in ihrer Altersgruppe mit ähnlichen Interessen zu finden, mit denen sie in den Austausch gehen oder spielen können. Sie sind mitunter anfälliger für Peereinflüsse und neigen dazu, sich stark an ihre Peergruppe anzupassen (Webb et al., 2017). Bei ungünstigem Verlauf kann es dazu kommen, dass das hochbegabte Kind gemieden oder abgelehnt wird oder sich das Kind selbst zunehmend zurückzieht (Preckel & Vock, 2021).

Besonders bedeutsam für die Entwicklung der EF sind positive soziale Beziehungen und ein erlebtes Gemeinschaftsgefühl (Diamond & Ling, 2020). Die Studienergebnisse von Holmes, Kim-Spoon und Deater-Deckard (2016) deuten darauf hin, dass das Erleben von Problemen mit Gleichaltrigen (z. B. Ablehnung durch Gleichaltrige) zu geringeren EF in der späteren Kindheit beiträgt. Umgekehrt scheinen bessere EF die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Problemen mit Gleichaltrigen in der späteren Kindheit und in der mittleren Adoleszenz zu verringern, wobei diese Zusammenhänge sich mit dem Übergang in die Adoleszenz abschwächen. Dass soziale Ausgrenzung und Ablehnung die Selbstregulation beeinträchtigen können, wurde in einer Studie von Baumeister und Kolleg:innen (2005) mit Studierenden gezeigt.

Peer-Beziehungen können vielfältige Effekte auf die Entwicklung von Jugendlichen haben (Eschenbeck & Lohaus, 2022). Eschenbeck und Lohaus (2022) nehmen in diesem Zusammenhang auf das Selbstkonzept, Werte und Normen sowie Sozialkompetenzen und soziale Integration als wesentliche Entwicklungsparameter Bezug. Ein Phänomen, das besonders bei hochbegabten Jugendlichen auftritt, ist das sogenannte *stigma of giftedness paradigm* (Coleman & Cross, 2000). Hierbei befürchten Jugendliche, aufgrund ihrer Begabung (z. B. hohe Leistungsbereitschaft, Lernfreude) für andere auffällig zu sein oder Abwertung zu erfahren. Dieser soziale Anpassungsdruck kann subjektiv von Jugendlichen erlebt werden, ohne dass ein tatsächlicher sozialer Druck von außen vorhanden ist (Preckel & Vock, 2021). Daraufhin können sie aus Furcht vor Ausgrenzung verschiedene Strategien entwickeln, um ihre Begabung zu verbergen oder zu leugnen (Preckel & Vock, 2021; Webb et al., 2017). Das kann damit einhergehen, dass sie entweder versuchen, dem vorherrschenden Klischee zu entsprechen, oder sich anpassen, ihre Begabung maskieren oder im Extremfall ihre Begabung gar verleugnen oder diese als Teil ihrer Identität ablehnen (Preckel et al., 2020).

Hochbegabung an sich stellt keinen Risikofaktor für die Entwicklung der EF dar, kann jedoch mit verschiedenen Risikofaktoren einhergehen, die diese Entwicklung beeinträchtigen. Dazu zählen etwa ein Mangel an (kognitiven) Herausforderungen, unzureichende Lerngelegenheiten, fehlende individuelle Unterstützung in frühen Entwicklungsphasen oder auch soziale Ausgrenzung und Ablehnung. Ebenso können hohe Erwartungen oder Überforderungssituationen zu Belastungen und Stress führen, die sich negativ auf die Entwicklung der EF auswirken können. Daher ist es wichtig, gezielte und individuell abgestimmte Unterstützungsmaßnahmen bereitzustellen, die neben ko-

gnitiven auch emotionale, motivationale und soziale Aspekte berücksichtigen und auf die spezifischen Herausforderungen und Bedürfnisse hochbegabter Kinder und Jugendlicher abgestimmt sind, um eine gute Entwicklung der EF zu gewährleisten und das Potenzial optimal entfalten zu können.

## 4. Erkennung und Erfassung der Exekutiven Funktionen

Da die EF bedeutsam für unterschiedliche Lebensbereiche sind, ist eine möglichst valide Erfassung dieser Fähigkeiten von großer Bedeutung für die Diagnose und Behandlung von Entwicklungsstörungen, aber auch für die Identifikation individueller Stärken und Schwächen sowie für die Ableitung gezielter Fördermaßnahmen (Souissi, Chamari & Bellaj, 2022). Im folgenden Kapitel wird zunächst darauf eingegangen, wie die EF im Kindes- und Jugendalter erfasst werden können (siehe Kapitel 4.1). Dabei werden ausgewählte Verfahren vorgestellt, die in der aktuellen Forschung und Praxis Anwendung finden. Außerdem wird beleuchtet, inwieweit die Messung der EF als Ergänzung zur Intelligenzdiagnostik von Vorteil sein kann und in welchen Fragestellungen die Erfassung der EF wichtige Antworten liefern könnte (siehe [Kapitel 4.2](#)). Zum Schluss wird der Frage nachgegangen, welche Besonderheiten bei der Erfassung der EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen zu beachten sind (siehe [Kapitel 4.3](#)).

### 4.1 Wie können die Exekutiven Funktionen im Kindes- und Jugendalter erfasst werden?

Zur Erfassung der EF im Kindes- und Jugendalter existiert eine Vielzahl an Methoden und Verfahren. Zu den gängigsten zählen leistungsorientierte Tests sowie Beurteilungsverfahren (z. B. Soto et al., 2020; Souissi et al., 2022). Dabei handelt es sich um Instrumente mit jeweils spezifischen psychometrischen Eigenschaften, die die EF mal breiter (globaler) und mal spezifischer in den Blick nehmen und unterschiedliche Aspekte der EF abbilden.

#### 4.1.1 Besonderheiten bei der Erfassung der Exekutiven Funktionen

Wie bei der Erfassung anderer Konstrukte bestehen auch bei den EF verschiedene Herausforderungen, die bei der Auswahl von Testverfahren sowie bei der Auswertung und Interpretation der Ergebnisse beachtet werden müssen (z. B. Drechsler, 2007; Evers, 2019; Miyake, Emerson & Friedman, 2000a; Reinelt & Petermann, 2018; Rivella et al., 2023; Zelazo et al., 2016).

Das *Task-Impurity-Problem* (siehe [Kapitel 1.2](#)) stellt eine der bedeutendsten Herausforderungen bei der Erfassung der EF dar (Miyake et al., 2000a; Reinelt & Petermann, 2018; Souissi et al., 2022; Zelazo et al., 2016). Wie bereits in [Kapitel 1.1](#) dargestellt, beziehen sich die EF nach Miyake und Kolleg:innen (2000b) auf unterschiedliche, aber miteinander verbundene Faktoren, die nicht unabhängig voneinander sind. So beinhalten zum Beispiel Aufgaben zur Messung der kognitiven Flexibilität häufig komplexe Anweisungen, die im Gedächtnis behalten und gemäß bestimmten Regeln aktiviert werden müssen, was auch Arbeitsgedächtnisfähigkeiten erfordert. Auch wenn im Folgenden verschiedene Aufgaben zur Messung der EF-Komponenten vorgeschlagen werden, so gibt es keine exakt „reine“ Messung für die spezifischen EF-Komponenten (Rivella et al., 2023; Zelazo & Carlson, 2020). Zudem werden bei vielen EF-Aufgaben neben den EF auch andere (nicht-

exekutive) kognitive Prozesse (z. B. Verarbeitungsgeschwindigkeit, (differenzierte) Wahrnehmungsfähigkeit) benötigt. Die Testleistung hängt damit neben den EF auch von nicht-exekutiven Prozessen ab, wodurch die genaue Messung der EF beeinträchtigt wird und eine „unreine“ Messung entstehen kann (Rivella et al., 2023; Zelazo et al., 2016).

Eine weitere Schwierigkeit stellt die Bezeichnung des erfassten Konstrukts dar. Wie aus [Kapitel 1.1](#) hervorgeht, existieren verschiedene Definitionen des Begriffs beziehungsweise des damit beschriebenen Konstrukts. Das schlägt sich auch in den Bezeichnungen der Konstrukte nieder, die mit den eingesetzten Messverfahren (vermeintlich) erhoben werden (Evers, 2019). Dieser Aspekt sollte bei der Betrachtung verschiedener Verfahren und der Interpretation von Studienergebnissen beachtet werden.

Für die Bewertung von Messverfahren ist grundsätzlich deren Validität und Reliabilität zu berücksichtigen. Im Hinblick auf die Messung der EF stellt sich beispielsweise die Frage, inwiefern sich Leistungstests eignen, Alltagsverhalten zu erklären (ökologische Validität), da sie in künstlichen (Labor-)Situationen durchgeführt werden (Reinelt & Petermann, 2018; Rivella et al., 2023), die nicht unbedingt die Herausforderungen und Komplexität des täglichen Lebens widerspiegeln.

Eine weitere Herausforderung bei der Messung der EF besteht darin, dass die damit verbundenen exekutiven Anforderungen altersabhängig sind (van der Veer, Cantell, Minnaert & Houwen, 2024). Dies steht im Zusammenhang mit der rasanten Entwicklung der EF im Kindesalter (Kurgansky, 2022). Dementsprechend kann dieselbe EF-Aufgabe je nach Altersstufe unterschiedliche Prozesse erfordern (Rivella et al., 2023). So können Aufgaben, die für jüngere Kinder nicht lösbar sind (Bodeneffekt), für ältere Kinder keine Herausforderung (Deckeneffekt) mehr darstellen (Kurgansky, 2022). Das bedeutet, dass eine Aufgabe in einem frühen Alter komplex und entwicklungs-differenzierend sein kann, während sie für ältere Kinder zu einfach und damit nicht mehr sensitiv genug ist, um individuelle Unterschiede oder Entwicklungsfortschritte abzubilden (Kurgansky, 2022; van der Veer et al., 2024). Daher braucht es den Einsatz von entwicklungs-sensitiven und altersadaptierten Messverfahren (Röthlisberger et al., 2010), um altersbedingte Boden- und Deckeneffekte zu vermeiden und Entwicklungsfortschritte in den EF erfassen zu können.

Die meisten EF-Tests decken lediglich bestimmte Altersbereiche ab, und es gibt nur wenige Testverfahren, die über eine weite Altersspanne hinweg eingesetzt werden können (Garon, Smith & Bryson, 2014). Dies macht den Einsatz unterschiedlicher Testverfahren und Aufgabenformate für verschiedene Altersgruppen erforderlich, was die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einschränkt und die verlässliche Abbildung von Entwicklungsverläufen (siehe [Kapitel 3.1](#)) erschwert.

#### 4.1.2 Einsatz von leistungs-basierten Tests

Traditionell werden die EF durch leistungs-basierte Tests beziehungsweise Aufgaben gemessen, die nach wie vor als „Goldstandard“ gelten (Zelazo et al., 2016). Durchgeführt werden sie größtenteils computerbasiert unter standardisierten Bedingungen (z. B. im Labor), wobei Aufgabenstellung, Reizpräsentation und Anweisungen kontrolliert werden, damit die Aufgaben auf dieselbe Art und Weise gestellt werden. Typische Leistungsmaße sind unter anderem die Antwortgenauigkeit und Reaktionszeit (Toplak, West & Stanovich, 2013).

Um die Komponenten der EF zu messen, gibt es zahlreiche Aufgaben, die ähnlichen Grundprinzipien/Aufgabenparadigmen folgen und auch in standardisierten Tests zum Einsatz kommen (vgl. Drechsler & Steinhausen, 2013; Rauch, 2022). Die von Rauch (2022) in seinem Beitrag aufgeführten Prinzipien sollen im Folgenden kurz dargestellt werden, um ein Verständnis dafür zu bekommen, wie die EF erfasst werden können. Ausführliche Übersichten zu leistungsbasierten Aufgaben für verschiedene Altersbereiche finden sich zum Beispiel in den Beiträgen von Carlson (2005), Chan und Kolleg:innen (2008), Diamond (2013), Drechsler (2007), Kurgansky (2022) sowie Souissi und Kolleginnen (2022).

Zum **Arbeitsgedächtnis** liegen die meisten standardisierten Testverfahren vor. Sehr oft kommt dabei das Prinzip der *Rückwärtsspanne* zum Einsatz. Die Aufgabe besteht darin, eine vorgegebene Reihe von zu merkenden Reizen (z. B. Ziffern, Worte) rückwärts wiederzugeben. Bei den sogenannten *Updating-Aufgaben* ist neben dem Kurzzeitgedächtnis auch das Arbeitsgedächtnis gefordert, da die gespeicherte Information nicht einfach wiedergegeben, sondern mental manipuliert werden muss. Das grundsätzliche Prinzip dieses Aufgabentyps lässt sich anhand der sogenannten *n-back-Aufgaben* erklären (siehe Abbildung 6). Hierbei werden Reize (z. B. visuell) für kurze Zeit präsentiert. Die Aufgabe besteht darin, anzugeben, ob der aktuelle Reiz mit dem n-Durchgänge zuvor gezeigten Reiz (1-back, 2-back, ...) übereinstimmt. Bei den sogenannten *komplexen Spannen-Aufgaben* werden gleich zwei unterschiedliche Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis gestellt: Bei einer Zählspannenaufgabe zum Beispiel sollen in mehreren Durchgängen (Spanne) Objekte gezählt und anschließend die jeweiligen Anzahlen wiedergegeben werden, wodurch die eine Anforderung (Zählen) die andere (Speicherung im Arbeitsgedächtnis) erschwert (Rauch, 2022).

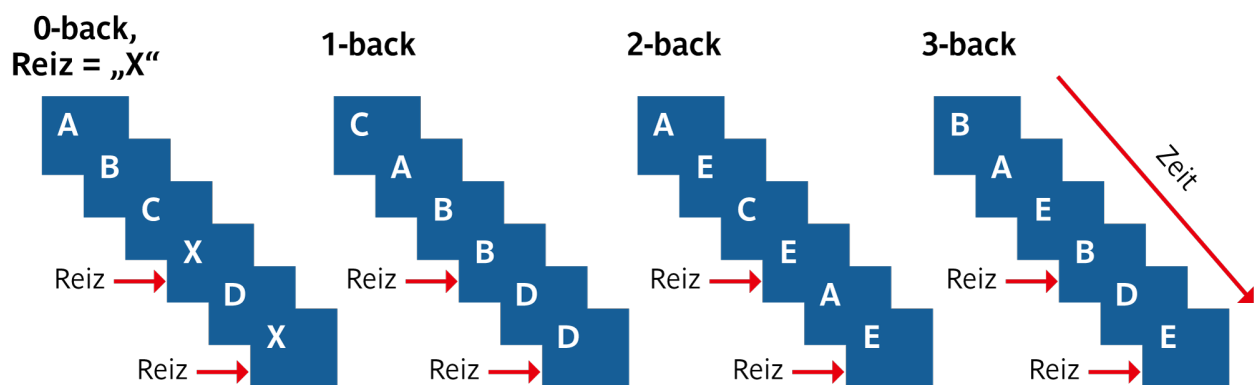


Abbildung 6: Schematische Darstellung einer *n-back-Aufgabe* für  $n = 0, 1, 2, 3$  (übersetzt von Aghajani, Garbey und Omurtag, 2017). Bei der dargebotenen Serie von Buchstaben soll nur auf solche Buchstaben reagiert werden, die mit dem Buchstaben übereinstimmen, der  $n$ -Durchgänge (1-back, 2-back, ...) zuvor präsentiert wurde.

Um die **Inhibition** zu erfassen, kommen häufig Variationen der sogenannten *Flanker-Aufgabe* zum Einsatz (siehe Abbildung 7 auf der nächsten Seite). Hierbei wird in mehreren Durchgängen ein Zielreiz präsentiert, der entweder nach rechts oder nach links weist. Die Aufgabe besteht darin, entsprechend der Richtung, in die der Zielreiz zeigt, mit Tastendruck (rechts, links) zu reagieren. Der Zielreiz wird dabei durch andere Reize, sogenannte Distraktoren, flankiert, was die Aufgabe erschwert. Diese Distraktoren können zum Beispiel in die entgegengesetzte Richtung zeigen und müssen inhibiert werden (Rauch, 2022).

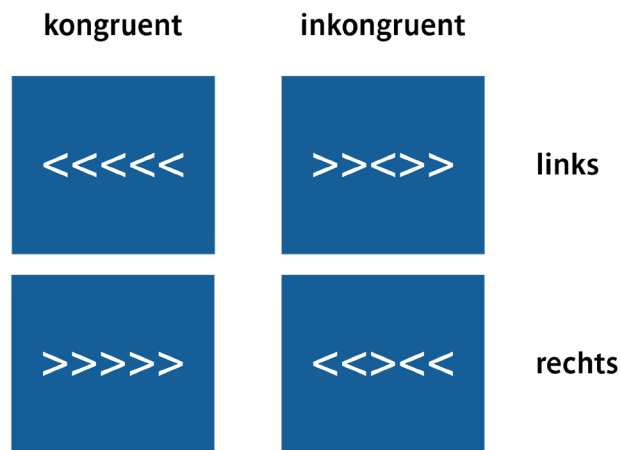


Abbildung 7: Schematische Darstellung einer *Flanker-Aufgabe* mit den verschiedenen Bedingungen (übersetzt von Cheng und Kolleg:innen, 2021). Reagiert werden soll auf die Richtung des Zielreizes (hier mittlerer Pfeil), der von flankierenden Reizen (= Distraktoren) umgeben ist. In der kongruenten Bedingung stimmt die Richtung der Distraktoren mit der Richtung des zentralen Pfeils überein, in der inkongruenten Bedingung weichen sie ab.

Solche Interferenzen (= Störeinflüsse auf die eigentlich zu bearbeitende Aufgabe) spielen auch beim *Farbe-Wort-Interferenztest (Stroop-Test)*, siehe Abbildung 8) eine Rolle. Bei dieser Aufgabe werden farbig gedruckte Farbwörter präsentiert, z. B. das Wort „Gelb“ in der Farbe Rot. Der Auftrag besteht darin, die Farbe zu nennen, in der das Wort geschrieben ist (Rot) und nicht aber das Farbwort (Gelb) wiederzugeben, was die automatisierte Reaktion ist (Rauch, 2022).

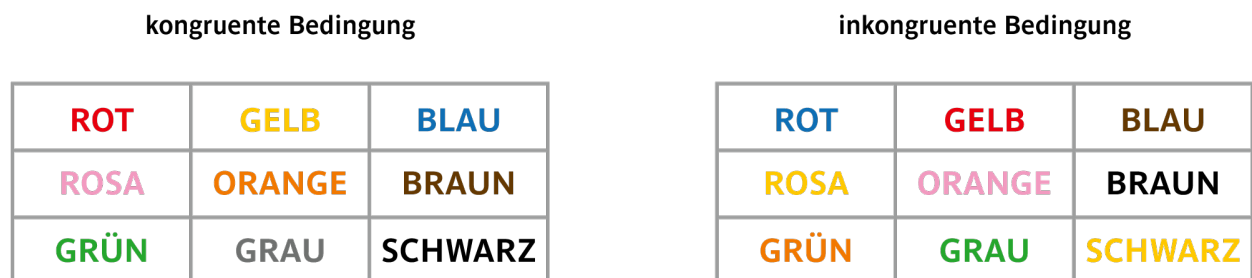


Abbildung 8: Schematische Darstellung des *Farbe-Wort-Interferenztests* mit den verschiedenen Bedingungen (übersetzt von Tam, 2013). Genannt werden soll die Farbe, in der das Wort geschrieben ist, nicht aber das Farbwort. In der kongruenten Bedingung stimmen Wort und Farbe überein (z. B. „Gelb“ in gelber Schrift), in der inkongruenten Bedingung weichen sie voneinander ab (z. B. „Gelb“ in roter Schrift).

Daneben finden auch *Go/No-Go-Aufgaben* häufig Anwendung. Hier besteht die Aufgabe darin, so schnell wie möglich zu reagieren, wenn ein bestimmter Zielreiz (Go-Reiz) erscheint, und bei anderen Reizen (No-Go-Reize) nicht zu reagieren, sprich sich zu inhibieren (Rauch, 2022). Gemessen werden bei solchen häufig computerisierten Aufgaben die Reaktionszeiten und Fehleranzahl, wobei bei jüngeren Kindern häufiger das Fehlermaß und bei älteren Kindern sowie Jugendlichen und Erwachsenen häufig Reaktionszeitveränderungen als Maß für Inhibition genutzt werden.

Gängige Aufgaben zur Erfassung der **kognitiven Flexibilität** sind Sortieraufgaben. Im Kindesalter wird beispielsweise der *Dimensional Change Card Sort Task (DCCS)* eingesetzt (siehe Abbil-

dung 9). Dabei sollen Bilder nach unterschiedlichen (mindestens zwei) Dimensionen (z. B. Farbe, Form) sortiert werden. Zunächst werden die Bilder nach einer Dimension sortiert (z. B. alle blauen, alle roten, ...), danach nach einer anderen (z. B. alle Rauten, alle Sterne, ...). Gemessen werden die Sortierfehler (Rauch, 2022).

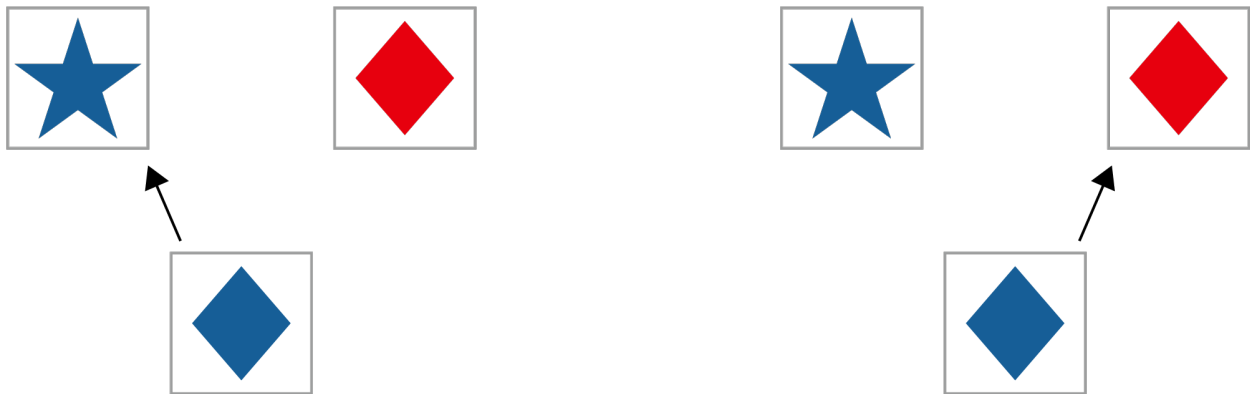


Abbildung 9: Schematische Darstellung der *Dimensional Change Card Sort Task (DCCS)* nach Zelazo (2006). Die Aufgabe besteht darin, Bildkarten nacheinander nach unterschiedlichen Dimensionen zu sortieren (z. B. erst nach Farbe, dann nach Form). In der erweiterten Version wird abhängig vom Vorhandensein eines breiten Rahmens um die Bildkarte zwischen den Sortierregeln gewechselt (adaptiert von Wilbourn, Kurtz und Kalia, 2012).

Nach einem ähnlichen Prinzip, dem *switching*, funktionieren auch einige computerisierte Aufgaben, wobei ab einem bestimmten Alter weniger die Fehleranzahl, sondern die Reaktionszeitveränderung unmittelbar nach einem Aufgabenwechsel (die sogenannten Wechselkosten) als Maß für die kognitive Flexibilität herangezogen wird. Beim *Wisconsin Card Sorting Test (WCST)*, einer Aufgabe für Jugendliche und Erwachsene, wird der Dimensionswechsel nicht explizit angekündigt, sondern muss aus den sich verändernden Rückmeldungen beziehungsweise Belohnungen beim Sortieren erschlossen werden (Rauch, 2022).

Kritikpunkte gerade bei solchen leistungsbezogenen Aufgaben sind die mangelnde ökologische Validität und die eingeschränkte Verallgemeinerbarkeit auf Alltagssituationen, da sie die EF unter kontrollierten Bedingungen messen und dadurch möglicherweise keinen Aufschluss über die alltägliche Nutzung dieser Fähigkeiten geben (Diamond, 2020; Drechsler, 2007; Rivella et al., 2023; Toplak et al., 2013; Zelazo et al., 2016).

Viele Aufgaben liegen zudem lediglich in experimentellen Versionen vor (z. B. im Rahmen von Forschungsarbeiten) und sind nicht als standardisierte und diagnostische Erhebungsverfahren verfügbar, die anhand deutscher Stichproben normiert und validiert wurden (Drechsler, 2007; Rauch, 2022; Reinelt & Petermann, 2018). Dies führt jedoch zu Problemen bei der Ergebnisinterpretation und schränkt ihre Eignung für eine Individualdiagnostik ein (Rauch, 2022).

Für die Individualdiagnostik sind einige Intelligenztestbatterien verfügbar (Reinelt & Petermann, 2018), die einzelne Aufgaben enthalten, die zur Erfassung der EF grundsätzlich geeignet sein können. Rauch (2022) sowie Reinelt und Petermann (2018) führen beispielsweise folgende Verfahren an, die im deutschsprachigen Raum verbreitet sind:

- Die *Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP; Zimmermann & Fimm, 2017)* dient der Evaluation von Aufmerksamkeitsfunktionen und ist auch in der Kinderversion für den Altersbereich von 6 bis 10 Jahren verfügbar (*KITAP; Zimmermann, Gondan & Fimm, 2002*).
- Die *Arbeitsgedächtnisbatterie für Kinder (AGTB 5-12; Hasselhorn et al., 2012)* ist für den Altersbereich von 5 bis 12 Jahren konzipiert.
- Die deutschsprachige Adaptation des *Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch; Manly, Robertson, Anderson & Nimmo-Smith, 2006)* ist eine Testbatterie zur Aufmerksamkeitserfassung bei Kindern im Alter von 6 bis 16 Jahren.
- Die *Kaufman Computerized Assessment Battery (K-CAB; Petermann, 2010)* ist ein computergestütztes Diagnoseinstrument zur Erfassung von Aufmerksamkeit und kognitiven Fähigkeiten bei Kindern im Alter von 6 bis 11 Jahren.
- Ergänzt werden kann diese Aufzählung durch die *Intelligenz- und Entwicklungsskalen für Kinder und Jugendliche (IDS-2; Grob & Hagmann-von Arx, 2018)*, die im Alter von 5 bis 20 Jahren eingesetzt werden können, um die Intelligenz und Entwicklung in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Die *IDS-2* umfassen die Funktionsbereiche Intelligenz, Exekutive Funktionen, Psychomotorik, sozial-emotionale Kompetenz, schulische Kompetenzen und Arbeitshaltung.

Der Auszug der hier vorgestellten Verfahren soll lediglich einen Einblick geben. Dabei ist jedoch zu beachten, dass solche Verfahren zwar Untertests enthalten, die auf die EF abzielen, jedoch nicht primär zur Diagnostik der EF konstruiert wurden (Rauch, 2022) und die EF deshalb auch nicht umfassend messen. Für jedes dieser Verfahren sollte daher vor seinem Einsatz im Einzelnen geprüft werden, inwieweit es tatsächlich zur Erfassung der EF geeignet ist und welche spezifischen Aussagen über die EF damit jeweils getroffen werden können.

Bestehende Verfahren werden fortlaufend weiterentwickelt, beispielsweise die Anpassung der englischsprachigen *EF-Touch-Testbatterie* zur Erfassung der EF bei 3- bis 5-jährigen Kindern für den deutschen Sprachraum (Ulitzka et al., 2023; Willoughby & Blair, 2011). Die deutsche Version ist bisher als Forschungsinstrument zu empfehlen, jedoch noch nicht für die Individualdiagnostik einsatzbereit (Ulitzka et al., 2023).

Dabei ist gerade bei Kindern im Kindergartenalter darauf zu achten, dass der Test von der Durchführung und Aufmachung her kindgerecht und ansprechend ist. Können sich die Kinder nicht gut auf die Erfassung der EF mithilfe von standardisierten Tests einlassen, können die Abbruchraten steigen. Das kann insbesondere dann der Fall sein, wenn die Verfahren lang und monoton sind oder viele Tests hintereinander durchgeführt werden.

### 4.1.3 Einsatz von Beurteilungsverfahren

Neben den bereits genannten leistungsbasierten Tests können auch Beurteilungsverfahren zur Erfassung der EF eingesetzt werden. Fragebogen und Beurteilungsverfahren sind als Fremdbeurteilungsverfahren verfügbar und beinhalten die Beobachtung und Einschätzung der EF zum Beispiel durch Eltern, pädagogische Fach- und Lehrkräfte sowie – abhängig vom Alter – auch die Einschätzung durch die Person selbst (Rauch, 2022). Beurteilungsskalen wurden entwickelt, um eine ökologisch valide Einschätzung der Fähigkeiten in komplexen, alltäg-

lichen Situationen zu erhalten (Isquith, Gioia & Espy, 2004). Wie bei allen Fragebogen sind die Einschätzungen subjektiv (Diamond, 2020), da diese mit den eigenen Erfahrungen und der Wahrnehmung der zu beurteilenden Person zusammenhängen, was zu Beurteilungsfehlern und -verzerrungen führen kann. Auch bestimmte Erwartungen von Eltern oder Lehrkräften an das Verhalten des Kindes können die Einschätzung beeinflussen (Isquith et al., 2004). Um ein objektiveres Bild zu erhalten, kann es deshalb sinnvoll sein, verschiedene Perspektiven beziehungsweise Beobachter:innen (z. B. pädagogische Fach- und Lehrkräfte, Eltern) einzubeziehen. Londono, Dionne und Lacharité (2025) beschäftigten sich in diesem Zusammenhang in ihrem aktuellen Scoping-Review mit dem Ansatz zur „authentischen Messung“ der EF in der Kindheit. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, multidimensionale und alltagsnahe Bewertungsinstrumente zu entwickeln, um die EF in der Kindheit valide erfassen zu können. Diese sollten auch für Kinder mit bestimmten Entwicklungsrisiken oder -störungen einsetzbar sein.

Fragebogen sind oft ökonomischer als leistungsbasierte Tests, da sie meist ohne umfangreiche Schulung oder Einübung anwendbar sind und in der Regel weniger Zeit für die Durchführung benötigen (Rauch, 2022; Rivella et al., 2023; Zelazo et al., 2016). Teilweise liegen für die Beurteilungsverfahren (z. B. bei klinischen Fragebogen) Normwerte zur Einordnung vor, bei anderen geht es eher um den individuellen Vergleich der einzelnen Funktionen, um zum Beispiel persönliche Stärken und Schwächen zu identifizieren. Die Items einer Skala können helfen, den Blick für die EF zu schärfen, indem sie Hinweise darauf geben, wie zum Beispiel Merkfähigkeit, Planungsvermögen oder die Inhibition im alltäglichen Leben aussehen (Evers, 2022).

### **Normierte Verfahren**

Einer Literaturrecherche von Toplak und Kolleginnen (2013) zufolge ist die am häufigsten verwendete Beurteilungsskala das *Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF; Gioia, Espy & Isquith, 2003; Gioia, Isquith, Guy & Kenworthy, 2000; Guy, Isquith & Gioia, 2004)*. Ziel ist die Erfassung exekutiver Funktionsbeeinträchtigungen im Alltagsverhalten. Die deutschsprachige *Adaptation Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen (BRIEF; Drechsler & Steinhäusen, 2013)* liegt in drei Versionen vor: zur Fremdbeurteilung durch Eltern, durch Lehrkräfte (jeweils 6 bis 16 Jahre) und zur Selbstbeurteilung (11 bis 16 Jahre). Dieses klinische Fragebogenverfahren kann als Screeningverfahren zur Identifikation von Kindern und Jugendlichen mit Defiziten in den EF eingesetzt werden, um Richtungen und Ziele für eine intensivere Diagnostik abzuleiten oder auch um Anhaltspunkte für spezifische Fördermaßnahmen zu gewinnen (Rauch, 2022). Für jüngere Kinder im Alter von 2 bis 6 Jahren liegt die Version *Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen für das Kindergartenalter (BRIEF-P; deutsche Bearbeitung: Daseking & Petermann, 2013; Gioia et al., 2003)* vor. Eltern oder andere Bezugspersonen können so das Verhalten des Kindes mit Fokus auf die EF sowohl in der häuslichen Umgebung als auch in Betreuungseinrichtungen einschätzen. Das Verfahren wurde ursprünglich entwickelt, um Defizite in den EF vor dem Schuleintritt zu identifizieren, kann aber wegen seiner Sensibilität für individuelle Variabilität auch häufig in Studien mit normal entwickelten Kindern eingesetzt werden (Garon, Piccinin & Smith, 2016).

Auch die *Conners Skalen zu Aufmerksamkeit und Verhalten – 3* enthalten eine Inhaltsskala zu den EF (Lidzba, Christiansen & Drechsler, 2013). Eingesetzt werden kann dieses Verfahren zur Erfassung von Aufmerksamkeitsstörungen und zur Diagnostik von ADHS im Alter von 6 bis 18 Jah-

ren. Für jede Version der *Conners Skalen* steht jeweils ein Eltern-, Lehrkraft- und Selbstbeurteilungsfragebogen (ab 8 Jahren) zur Verfügung. Der Einsatz eignet sich insbesondere bei Vorliegen eines Verdachts auf eine Aufmerksamkeitsstörung (Rauch, 2022). Die psychometrische Güte beider Verfahren (*BRIEF, Conners Skalen*) wurde umfassend geprüft, eine Normierung liegt vor.

### Weitere Beobachtungs- und Fragebogen

Neben den beiden normierten, eher klinisch ausgerichteten Fragebogenverfahren gibt es auch frei verfügbare Beurteilungsskalen. Das *Childhood Executive Functioning Inventory (CHEXI; Thorell & Nyberg, 2008)* ist beispielsweise ein Instrument, das speziell zur Bewertung der EF bei Kindern im Alter von 4 bis 12 Jahren entwickelt wurde und die Inhibition und das Arbeitsgedächtnis erfasst. Es besteht aus 24 Items/Statements, die von Eltern oder Lehrkräften eingeschätzt werden können. Für Jugendliche gibt es das *Teenage Executive Functioning Inventory (TEXI; Thorell, Lazarević, Milovanović & Bugarski Ignjatović, 2020)* als Eltern-, Lehrkraft- oder Selbstbeurteilungsversion. Beide Beurteilungsskalen sind frei zugänglich und in verschiedenen Sprachen (auch Deutsch) verfügbar.

Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl an weiteren Beurteilungsskalen und Fragebogen, die Teilaspekte oder verwandte Konstrukte wie zum Beispiel Selbstregulation erfassen (z. B. Souissi et al., 2022; Ulitzka, Daseking & Kerner auch Koerner, 2022).

#### 4.1.4 Differenzierung zwischen „heißen“ und „kühlen“ Exekutiven Funktionen

Im Zuge der Erfassung der EF ist die Unterscheidung zwischen den „heißen“ und „kühlen“ EF interessant (z. B. Zelazo & Carlson, 2012). Ein Großteil der vorgestellten Aufgaben zur Erfassung der EF in diesem Kapitel beansprucht eher kognitive Aspekte der EF, die sogenannten *cool EF*. Testverfahren wie beispielsweise *Go/No-Go-* oder *n-back-Aufgaben* werden eher mit den kühlen EF in Verbindung gebracht, die in abstrakten, dekontextualisierten Aufgaben zum Einsatz kommen (Zelazo & Carlson, 2012, 2020). Die sogenannten *hot EF* zeigen sich hingegen in motivational und emotional herausfordernden Aufgaben (Zelazo & Carlson, 2012, 2020), zum Beispiel bei Aufgaben zum Aufschieben von Belohnungen (z. B. *Marshmallow-Test; Mischel, Shoda & Rodriguez, 1989*) oder bei Glücksspielaufgaben (z. B. *Iowa Gambling Task; Bechara, Damasio, Damasio & Anderson, 1994; Bechara et al., 2001*). In Abhängigkeit davon, ob eine Aufgabe mehr oder weniger emotional beziehungsweise motivational aufgeladen ist, kommen eher kühle oder heiße EF zur Anwendung. Daher handelt es sich vermutlich eher um ein Kontinuum als um klar zu separierende Funktionen (Evers et al., 2018).

Heiße EF können auch mithilfe von Beurteilungsverfahren eingeschätzt werden, indem Situationen beurteilt werden, die mit emotionalen und motivationalen Prozessen verbunden sind. Aufgaben und Beurteilungsverfahren wie Fragebogen zur Messung der heißen EF bei Kitakindern werden zum Beispiel in einem Review der Forschungsgruppe um Mehsen (2022) vorgestellt. Einen Einblick in die neuropsychologische Entwicklung der kühlen und heißen EF im Alter zwischen 6 und 12 Jahren sowie Instrumente zu deren Erfassung bietet beispielsweise der Review von Fernández García und Kolleginnen (2021). Die darin aufgeführten Studien umfassen eine Vielzahl von Aufgaben zur Messung kühler EF, während Messinstrumente für heiße EF in begrenzter Anzahl existieren (Fernández García et al., 2021).

Der Blick auf die heißen EF könnte eine wertvolle Ergänzung zur Erfassung der kühlen EF sowie auch zur Intelligenzdiagnostik und Intelligenztests darstellen, die vorrangig allgemeine kognitive Fähigkeiten in einem „coolen“ Setting messen. Dabei ist zu beachten, dass Tests zur Erfassung der heißen EF in der Durchführung und Auswertung zeitintensiver sein können (z. B. der *Marshmallow-Test*). Ebenfalls kann es sein, dass sie eine Aufgabe beinhalten, die für Kinder abhängig von ihren Vorlieben keine emotionale oder motivationale Herausforderung darstellt (Kind mag z. B. nichts Süßes).

## 4.2 Inwieweit stellt die Erfassung der Exekutiven Funktionen eine Ergänzung zur Intelligenzdiagnostik dar?

Wie in [Kapitel 1.2](#) beschrieben, gibt es zwischen den beiden Konstrukten EF und Intelligenz sowohl theoretische als auch empirische Überschneidungen. Dabei ist neben dem Zusammenhang zwischen den EF- und Intelligenzmaßen auch von Interesse, inwieweit die Messung der EF als Ergänzung zur Intelligenzdiagnostik von Vorteil sein kann und in welchen Fragestellungen die Erfassung der EF wichtige Antworten liefern könnte.

### 4.2.1 Zusammenhang zwischen Maßen für Exekutive Funktionen und Intelligenz

Studien deuten darauf hin, dass die EF und Intelligenz zusammenhängen (Friedman et al., 2006). Im Rahmen der Forschung zum Zusammenhang zwischen Intelligenz und den EF lag der bisherige Fokus vor allem auf dem Arbeitsgedächtnis (z. B. Benedek et al., 2014; Conway, Getz, Macnamara & Engel de Abreu, 2011). Zahlreiche Studien finden moderate bis starke Zusammenhänge zwischen Intelligenz(maßen) und dem Arbeitsgedächtnis (z. B. Ackerman, Beier & Boyle, 2005). Die Metaanalyse von Ackerman und Kolleginnen (2005) ergab im Durchschnitt eine moderate Korrelation ( $r = .48$ ) zwischen Intelligenz und Arbeitsgedächtniskapazität. Dies deutet darauf hin, dass beide zwar zusammenhängen, aber dennoch auf der manifesten Ebene unterscheidbar sind. Arbeitsgedächtnis und Intelligenz können als korrelierte Konstrukte betrachtet werden, sind jedoch nicht isomorph (Ackerman et al., 2005; Benedek et al., 2014). Aufgaben zur Erfassung des Arbeitsgedächtnisses (z. B. *Digit Span Task*) sind häufig Bestandteil von gängigen Intelligenztests (Ackerman et al., 2005).

Deutlich weniger Forschung gibt es zum Zusammenhang zwischen Intelligenz und den anderen beiden EF-Komponenten (Benedek et al., 2014). Eine häufig zitierte Studie ist die von Friedman und Kolleg:innen (2006). Sie untersuchten angelehnt an das Modell von Miyake und Kolleg:innen (2000b), inwieweit die EF-Komponenten (Arbeitsgedächtnis, Inhibition, kognitive Flexibilität) mit Intelligenzmaßen (basierend auf *Gf*, *Gc*, *WAIS-IQ*) bei durchschnittlich entwickelten jungen Erwachsenen zusammenhängen. Sie zeigten, dass die drei EF-Komponenten in unterschiedlicher Beziehung zur Intelligenz stehen, wobei das Arbeitsgedächtnis am engsten mit Intelligenz zusammenhängt, während die Zusammenhänge mit Inhibition und kognitiver Flexibilität klein oder nicht vorhanden sind. Benedek und Kollegen (2014) untersuchten im Rahmen ihrer Forschung bei jungen Erwachsenen die Zusammenhänge zwischen den EF und fluider Intelligenz

(Gf). Diese wurde signifikant durch das Arbeitsgedächtnis vorhergesagt, jedoch zeigten sich erneut weder mit Inhibition noch kognitiver Flexibilität signifikante Zusammenhänge. Eine Studie von Ardila und Kolleg:innen (2000) mit durchschnittlich entwickelten 13- bis 16-Jährigen zeigte ebenfalls nur sehr schwache Zusammenhänge zwischen traditionellen Intelligenztests (*Wechsler Intelligence Scale for Children*; Wechsler, 2003) und Messungen der EF.

Obwohl die Bedeutung von Inhibition und kognitiver Flexibilität für intelligentes Verhalten beschrieben wird, scheinen Tests, die zur Beurteilung der Intelligenz bei durchschnittlich entwickelten Erwachsenen verwendet werden, diese nicht oder nur kaum zu erfassen (Friedman et al., 2006). Insbesondere die schwachen bis nicht vorhandenen Zusammenhänge zwischen den Intelligenzmaßen und den EF-Komponenten Inhibition sowie kognitive Flexibilität verdeutlichen die unzureichende Übereinstimmung zwischen psychometrischen Intelligenzmaßen und vielen theoretischen Intelligenzkonzepten (Ardila et al., 2000; Friedman et al., 2006). Aus den bisherigen Forschungsergebnissen lässt sich schließen, dass traditionelle Intelligenztests die EF-Komponenten Inhibition und kognitive Flexibilität nicht umfassend abbilden, was jedoch auch nicht das primäre Ziel dieser Verfahren darstellt. Vielmehr sprechen Intelligenztests und Verfahren zur Erfassung der EF unterschiedliche Fähigkeiten (mit Ausnahme von Arbeitsgedächtnis) an. So kann die zusätzliche Erfassung der EF (insbesondere der Inhibition und der kognitiven Flexibilität) eine wertvolle Ergänzung zur Intelligenzdiagnostik darstellen.

#### **4.2.2 Mehrwert der Erfassung der Exekutiven Funktionen im Lern- und Sozialverhalten bei besonderen Begabungen**

Die Erfassung der EF kann bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen eine wertvolle Ergänzung zur Intelligenzdiagnostik darstellen und Antworten auf Fragestellungen beispielsweise zum Lern- und Sozialverhalten liefern. Hochbegabte Kinder und Jugendliche verfügen nicht nur über eine überdurchschnittliche Intelligenz, sondern oft auch über ein breites Spektrum besonderer Fähigkeiten, weshalb die Diagnostik über die Intelligenzmessung und Fremdeinschätzungen hinausgehen sollte (Mähler et al., 2023). Die Erfassung der EF könnte unter anderem dazu beitragen, ein ganzheitliches Bild der Stärken und Entwicklungsvorsprünge zu erhalten, aber auch um Hinweise abzuleiten, in welchen Bereichen mögliche Schwierigkeiten bei der Umsetzung des kognitiven Potenzials bestehen können (Mähler et al., 2023).

Ein Blick auf die EF könnte insbesondere dann relevant sein, wenn eine Diskrepanz zwischen gemessener Intelligenz beziehungsweise dem intellektuellen Potenzial und der gezeigten Leistung besteht, zum Beispiel bei hochbegabten Underachiever:innen, die trotz hoher intellektueller Begabung erwartungswidrig niedrige Schulleistungen erbringen (Preckel & Vock, 2021). Die EF spielen vermutlich eine wichtige Rolle bei der Umsetzung von Potenzial in Leistung (siehe [Kapitel 2.3](#) und 2.4). Sie ermöglichen es beispielsweise, anspruchsvolle Aufgaben zu bewältigen und langfristige Ziele zu verfolgen (siehe [Kapitel 1.1](#)). Defizite in Bereichen wie Durchhaltevermögen, Aufgabenfokussierung, Frustrationstoleranz sowie Zielsetzung und Motivationsaufbau – Fähigkeiten, die eng mit den EF verknüpft sein dürften – könnten erklären, warum einige hochbegabte Kinder und Jugendliche Schwierigkeiten haben, ihre kognitiven Potenziale zu entfalten und in Leistung umzusetzen.

Auch bei der sozial-emotionalen Entwicklung und beim Sozialverhalten spielen die EF eine wichtige Rolle (z. B. Riggs, Jahromi, Razza, Dillworth-Bart & Mueller, 2006; Romero-López, Pichardo, Ingoglia & Justicia, 2018). In diesem Zusammenhang könnte die Erfassung der EF beispielsweise im Hinblick auf die Entwicklung von Empathie und *Theory of Mind*, sozial-emotionalen Fähigkeiten und den Umgang mit zwischenmenschlichen Herausforderungen im Allgemeinen Aufschluss geben. Bei Underachievement können auch Schwierigkeiten im sozialen Bereich, dem Wohlbefinden und der Motivation sowie Konflikte in der Familie, mit Lehrkräften und in der Klasse eine Rolle spielen (Preckel et al., 2020), sodass auch in diesem Zusammenhang die EF eine wertvolle Ergänzung darstellen könnten.

Im Hinblick auf die Individualdiagnostik könnten frühe EF-Defizit-Screenings einen wertvollen Ansatzpunkt darstellen, um Kinder mit einem Risiko für ADHS zu identifizieren (Kerner auch Kerner, Daseking & Gawrilow, 2022). Ein genauer Blick auf die EF könnte insbesondere beim Verdacht auf *Twice Exceptionality* wichtige Hinweise liefern. Als *twice exceptional* werden hochbegabte Kinder bezeichnet, die neben ihrer Begabung eine weitere Besonderheit aufweisen, wie beispielsweise AD(H)S (Preckel & Vock, 2021). Die Erfassung der EF kann dabei helfen, ihre spezifischen Bedürfnisse zu verstehen und gezielte Unterstützung anzubieten, etwa durch Maßnahmen, die sowohl die Förderung der Begabung als auch die Bewältigung der zusätzlichen Herausforderungen adressieren.

Unter Berücksichtigung der genannten Aspekte können die Erfassung und ein gezielter Blick auf die EF zu einem umfassenderen Verständnis der (kognitiven) Fähigkeiten von hochbegabten Kindern und Jugendlichen beitragen. Sie liefern nicht nur diagnostische Einblicke, sondern bieten auch wertvolle Ansatzpunkte für die gezielte Förderung und Unterstützung hochbegabter Kinder und Jugendlicher im schulischen wie auch im außerschulischen Kontext, sodass sie ihre Stärken optimal entfalten und mögliche Hindernisse erfolgreich überwinden können.

#### 4.3 Welche spezifischen Aspekte sind bei der Erfassung der Exekutiven Funktionen bei besonders begabten Kindern und Jugendlichen zu beachten?

Da besonders im Kindesalter große interindividuelle Unterschiede im Entwicklungsstand bei Hochbegabten vorliegen können (Koop & Seddig, 2021), erfordert die Erfassung der EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen besondere Überlegungen. Die bestehenden Herausforderungen bei der Diagnostik/Erkennung von Hochbegabung (siehe Gauck & Reimann, 2021; Preckel & Vock, 2021) können herangezogen werden, um Kriterien abzuleiten, die bei der Erfassung der EF bei Hochbegabten zu beachten sind. Im Folgenden werden relevante Aspekte aufgeführt, die im Rahmen der Erfassung der EF bei Hochbegabten, also sowohl bei der Testauswahl als auch bei der Durchführung und Interpretation der Ergebnisse, Berücksichtigung finden sollten.

### 4.3.1 Auswahl der Verfahren

Zunächst sollte die Auswahl des Verfahrens zur Erfassung der EF auf die Zielformulierung (z. B. *Was soll erfasst werden? Wozu soll getestet werden?*) und die Testperson angepasst sein. Während leistungsorientierte Tests die kognitiven Fähigkeiten in einer meist standardisierten und künstlichen Testumgebung messen, erfassen Beurteilungsverfahren beziehungsweise Fragebogen die EF im alltäglichen Verhalten in verschiedenen Kontexten (Gioia et al., 2000; Zelazo et al., 2016). Eine Kombination kann empfehlenswert sein, wenn verschiedene Facetten der EF erfasst werden sollen. Mehrere Perspektiven einzubeziehen (z. B. Beobachtungen und Beurteilungen durch Eltern, pädagogische Fach- und Lehrkräfte), kann helfen, ein umfassenderes Bild in verschiedenen Kontexten zu erhalten (siehe [Kapitel 4.1](#)). Standardisierte und normierte Verfahren lassen es zu, den Entwicklungsstand mit den erwartbaren Werten für die jeweilige Altersgruppe zu vergleichen. Steht jedoch die individuelle Ausprägung einzelner Fähigkeiten im Vordergrund, können auch nicht normierte Verfahren wertvolle Einblicke liefern.

Im Rahmen der individuellen Diagnostik bieten Gespräche beispielsweise mit der Familie, dem Kind sowie mit Lehrkräften eine wichtige Grundlage (Gauck & Reimann, 2021). So kann auch ein erster Eindruck vom Entwicklungsstand der EF des Kindes gewonnen werden.

Um die Fähigkeiten hochbegabter Kinder und Jugendlicher genau messen zu können, ist bei der Auswahl von EF-Tests zu berücksichtigen, dass Verfahren gewählt werden, die ausreichend anspruchsvoll und differenziert sind. Deckeneffekte (*ceiling*-Effekte) treten bei Testungen dann auf, wenn ein Test keine oder zu wenige ausreichend schwere Aufgaben enthält, sodass höhere Testwerte gar nicht zu erreichen sind, also weit überdurchschnittliche Leistungen nicht differenziert abgebildet werden können (Gauck & Reimann, 2021; Preckel & Vock, 2021). Stößt man „an die Decke“ des jeweiligen Testverfahrens, kann dies die Abschätzung der wahren Fähigkeit der Person verhindern und zu ungenauen Schätzungen führen (Kipman, Kohlböck & Weilguny, 2012). Bekannt ist beispielsweise, dass Kinder mit intellektueller Hochbegabung häufig überdurchschnittliche Arbeitsgedächtnisleistungen zeigen (z. B. Schuchardt & Mähler, 2012). Deckeneffekte könnten auch bei der Erfassung der EF mittels standardisierter Verfahren ein Problem darstellen. Vor dem Hintergrund, dass viele klassische leistungsorientierte Verfahren zur Erfassung der EF entwickelt wurden, um Beeinträchtigungen auf einem niedrigen Fähigkeitsniveau zu erkennen, eignen sich diese nur eingeschränkt, um Kinder über das gesamte Fähigkeitspektrum hinweg zu differenzieren oder um entwicklungsbedingte Veränderungen in den EF zu betrachten (Zelazo et al., 2016).

Zeigen sich Anzeichen dafür, dass die EF beim Kind überdurchschnittlich entwickelt sind, können folgende Optionen bei der Testauswahl in Betracht gezogen werden. Zum einen könnte man auf Testverfahren ausweichen, die eigentlich für ältere Kinder oder Jugendliche entwickelt und normiert wurden, um sicherzustellen, dass ausreichend Aufgaben mit hohem Schwierigkeitsgrad enthalten sind (Preckel & Vock, 2021). In der Intelligenzdiagnostik spricht man in diesem Zusammenhang von *Above-Level-Testing* (Warne, 2012) oder auch *Off-Level-Testungen* (Koop & Seddig, 2021). Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Testleistungen aufgrund fehlender Vergleichswerte/Normen für die jüngere Altersgruppe nicht einfach eingeordnet werden können, Entwicklungsvorsprünge jedoch identifiziert werden können (Koop & Seddig, 2021). Denkbar wäre auch der Einsatz von Verfahren im Sinne eines „Vor-Screenings“ oder die Nutzung computerisierter

Tests, bei denen Reaktionszeiten in EF-Aufgaben erfasst und in die Ergebnisinterpretation einbezogen werden können, um möglichen Deckeneffekten entgegenzuwirken.

Darüber hinaus bringen auch adaptive Testverfahren einige Vorteile mit sich. Sie ermöglichen aufgrund der sofortigen Auswertung der Antwort der Teilnehmenden (z. B. mithilfe von Algorithmen), dass der Schwierigkeitsgrad der nachfolgenden Aufgaben an das (geschätzte) Leistungsvermögen einer Person angepasst werden kann (Mohai et al., 2022). Durch solche Anpassungen des Schwierigkeitsgrads an die individuelle Leistung können bei EF-Tests bei Hochbegabten Deckeneffekte vermieden sowie auch die Motivation aufrechterhalten werden, da Aufgaben weniger unterfordernd und monoton beziehungsweise überfordernd und frustrierend sind. In der praktischen Umsetzung ist dies jedoch schwierig, da für viele Tests nicht einmal Normwerte vorliegen (siehe [Kapitel 4.1](#)), die über Einstiegslevel Hinweise geben könnten.

### 4.3.2 Durchführung der Verfahren

Gauck und Reimann (2021) beschreiben in ihrem Beitrag, der sich auf die Intelligenzdiagnostik bezieht, verschiedene Faktoren, die bei der Durchführung der Verfahren mit Hochbegabten dazu führen können, dass das Potenzial (auch) im Test nicht vollumfänglich gezeigt werden kann. Diese sollten auch bei der Durchführung von EF-Tests mit hochbegabten Kindern und Jugendlichen Berücksichtigung finden.

So könnten (potenziell) Hochbegabte in der Testsituation beispielsweise unter hohem (eigen- oder fremderzeugten) Druck stehen, gute Leistungen zu erbringen oder alles korrekt zu bearbeiten. Vor allem Kinder mit länger anhaltender Unterforderung haben sich daran gewöhnt, keine Fehler zu machen. Manche von ihnen haben diese Fehlerfreiheit eng mit ihrem Selbstkonzept von „hochbegabt“ und „klug“ verknüpft. Während des Tests und insbesondere dann, wenn Aufgaben schwierig werden, kann diese hohe Erwartungshaltung zu Blockaden führen. In der Konsequenz ist es sinnvoll, als Testleiter:in anzukündigen, dass der Test so konzipiert ist, dass es auch schwierige Aufgaben geben wird, die beispielsweise für ältere Kinder gedacht sind. Dass diese irgendwann nicht mehr geschafft beziehungsweise gelöst werden können, ist also ganz normal (Gauck & Reimann, 2021). Berücksichtigen könnte man beispielsweise auch, dass Hochbegabte meist sehr fehlersensibel sind. Selbst ohne Rückmeldung über richtig oder falsch erkennen sie oft eigenständig Fehler. Sollte die Testleitung beobachten, dass dies zur Verunsicherung des Kindes führt, sollte man dies (sofern möglich und vom Verfahren her zulässig) vor der nächsten Aufgabe adressieren.

Wenn Tests hingegen zu viele einfache Aufgaben enthalten, könnte dies beispielsweise dazu führen, dass Kinder und Jugendliche sich langweilen oder demotiviert fühlen, sich weniger anstrengen und dadurch die Testleistung beeinflusst wird (Gauck & Reimann, 2021). Zeichnet sich ab, dass das Anspruchsniveau des Tests zu niedrig ist und den Fähigkeiten der getesteten Person nicht gerecht wird, könnte ein Abbruch in Erwägung gezogen und ein alternativer Test eingesetzt werden, um die Motivation aufrechtzuerhalten.

Solche emotionalen und motivationalen Faktoren bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen könnten möglicherweise auch die Ergebnisse in leistungsbezogenen EF-Tests beeinflussen, vor allem wenn diese unter streng standardisierten Bedingungen, zum Beispiel in einer unbekanntem Umgebung unter Anleitung einer fremden Person, stattfinden.

Gauck und Reimann (2021) raten dazu, bei der Gestaltung der Testsituation mit Hochbegabten verschiedene Aspekte zu berücksichtigen – etwa ausreichend Zeit für den Aufbau einer positiven Beziehung sowie Lob und Ermunterung zwischen den Verfahren – damit das Kind sein volles Potenzial im Test zum Ausdruck bringen kann. Dabei ist es wichtig, die standardisierten Instruktionen einzuhalten, insbesondere keine Rückmeldungen zur inhaltlichen Richtigkeit von Antworten zu geben beziehungsweise diese zu kommentieren, wenn dies durch das Verfahren nicht vorgesehen oder zulässig ist. Stattdessen kann die Anstrengungsbereitschaft und Mitarbeit des Kindes im Allgemeinen positiv bestärkt werden. Auch sollte die Testsituation so geplant werden, dass sie dem individuellen Biorhythmus des Kindes gerecht wird, etwa durch die Wahl eines geeigneten Tageszeitpunkts (Gauck & Reimann, 2021). Zudem sollte darauf geachtet werden, dass das Kind ausgeschlafen, fit und nicht hungrig ist.

Grundsätzlich ist bei allen unterstützenden Maßnahmen darauf zu achten, dass während der Durchführung des Verfahrens nicht von der Standardisierung und der Instruktion des jeweiligen Testverfahrens abgewichen wird, da sonst die Ergebnisse nicht mehr zuverlässig interpretiert oder mit Normwerten verglichen werden können. Eine entspannte Atmosphäre, positive Stimmung sowie ausreichend Pausen zwischen den Verfahren sind jedoch wichtig und können dazu beitragen, die Motivation und Konzentration des Kindes aufrechtzuerhalten. Reinelt und Petermann (2018) empfehlen bei einer umfangreicheren Diagnostik die Erfassung der EF auf mindestens zwei Tage zu verteilen und möglichst unterschiedliche EF-Aufgaben einzusetzen.

### 4.3.3 Interpretation der Ergebnisse

Die Interpretation der Ergebnisse aus der Testung der EF sollte stets in Bezug zur jeweiligen Fragestellung erfolgen, die dem Einsatz des Verfahrens zugrunde lag. Je nach Ausrichtung kann es dabei um den Abgleich zwischen den EF, die Identifikation individueller Stärken und Schwächen, den Vergleich mit altersbezogenen Normwerten oder den mit einer IQ-gleichen Altersgruppe gehen. Auch die Abklärung einer möglichen AD(H)S-Diagnose kann im Fokus stehen, wobei die EF-Ergebnisse zur differenzialdiagnostischen Einschätzung beitragen können. Fallen die Ergebnisse in EF-Tests bei Hochbegabten zum Beispiel anders aus als erwartet, bedeutet das nicht zwingend, dass sie tatsächlich auch die maximale Leistung widerspiegeln. Bestehen bei der Testleitung Vermutungen, dass motivationale oder emotionale Faktoren, die Stimmung oder Müdigkeit die Leistung in der Testsituation beeinträchtigt haben könnten, sollten die Tests unter Umständen zu einem anderen Zeitpunkt wiederholt werden. Auch ist zu berücksichtigen, dass EF-Testergebnisse bei Kindern und Jugendlichen nur eine Momentaufnahme der aktuellen Fähigkeiten darstellen und sich in der weiteren Entwicklung bis ins frühe Erwachsenenalter (siehe [Kapitel 3.1](#)) noch verändern und durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden können (siehe [Kapitel 3.3](#) und [3.5](#)). Die Ergebnisse sind deshalb vorsichtig zu interpretieren.

Bei Beurteilungsverfahren zur Erfassung der EF – insbesondere bei Selbsteinschätzungen – besteht die grundsätzliche Herausforderung, dass diese Verfahren auf der subjektiven Bewertung des eigenen Verhaltens über verschiedene Situationen und längere Zeiträume hinweg beruhen. Solche Einschätzungen sind anfällig für individuelle Antwortverzerrungen sowie für Unterschiede in der Selbstwahrnehmung (Spinella, 2005). Auch bei Fremdeinschätzungen durch Eltern oder Lehr-

kräfte kann es zu Beurteilungsfehlern oder -verzerrungen kommen, die zu Fehleinschätzungen führen (z. B. Diamond, 2020). Zu beachten ist zudem, dass beispielsweise auch kulturelle Einflüsse bei (Fremd-)Beurteilungsverfahren zu Verzerrungen in Bezug auf die Einschätzung der EF führen könnten (Thorell et al., 2013). Möglich wären darüber hinaus aber auch überhöhte Erwartungen an Hochbegabte, denen sie altersgemäß gar nicht entsprechen müssten. Dies kann dazu führen, dass die Maßstäbe innerhalb der vorgegebenen Skala höher angesetzt werden, was zu einer verzerrten Einschätzung der tatsächlichen Fähigkeiten führen kann. Auf der anderen Seite könnte die Beanspruchung der EF bei Schüler:innen mit besonderer Begabung durch Unterforderung und ein langsames Lerntempo objektiv höher sein. Mit dieser Situation Tag für Tag umzugehen, kann eine große Herausforderung darstellen und gelingt auf Dauer den Schüler:innen wahrscheinlich immer schlechter.

Studien zeigen, dass leistungsbasierte Tests und Beurteilungsverfahren (z. B. *BRIEF*) zur Erfassung der EF häufig nur geringe oder nicht signifikante Korrelationen aufweisen (Toplak et al., 2013). In einer Metaanalyse von Toplak und Kollegen (2013) waren bei 20 Studien von insgesamt 286 geprüften Korrelationen zwischen leistungs- und beurteilungsbasierten Verfahren lediglich 68 (24 %) statistisch signifikant. Diese Ergebnisse legen nahe, dass beide Verfahren nicht lediglich unterschiedliche Perspektiven auf dasselbe Konstrukt liefern, sondern vielmehr unterschiedliche Teilaspekte abbilden. Interessant ist auch die Rolle der unterschiedlichen Informant:innen: So zeigt sich in der Studie von Miranda und Kolleg:innen (2015), dass die Einschätzungen der Eltern nicht signifikant mit den leistungsbasierten EF-Tests korrelierten, während die Einschätzungen der Lehrkräfte mit den EF-Testleistungen zusammenhingen. Mögliche Erklärungen für die unterschiedliche Einschätzung durch Eltern und Lehrkräfte können etwa in der stärkeren emotionalen Involviertheit von Eltern, in unterschiedlichen Erwartungen an kindliches Verhalten, in der Beobachtung des Kindes in verschiedenen Kontexten liegen (Wolraich et al., 2004) sowie darin, dass Lehrkräfte über mehr Erfahrung mit entwicklungsbezogenen Normen und Vergleichsgruppen verfügen, was zu differenzierteren und objektiveren Einschätzungen führen kann.

In der Praxis wird daher ein multimodales Vorgehen empfohlen, das sowohl leistungsbasierte Tests als auch Beurteilungsverfahren kombiniert und dabei unterschiedliche Perspektiven durch verschiedene Informant:innen (z. B. Eltern, pädagogische Fach- und Lehrkräfte) berücksichtigt. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, Ergebnisse aus EF-Tests und Beurteilungsverfahren mit weiteren Informationen (z. B. EF-Subskalen aus Fragebogen, Beobachtungen, Gesprächen, Intelligenztests) zusammenzutragen, um ein differenziertes und ganzheitliches Bild der EF zu gewinnen.

Um die EF zu erfassen, finden in Forschung und Praxis vorrangig leistungsbasierte Tests und Beurteilungsverfahren ihre Anwendung. Während Erstere die kognitiven Fähigkeiten beziehungsweise die EF in standardisierten Testsituationen erfassen, geben Letztere Auskunft über die EF im alltäglichen Verhalten in verschiedenen Kontexten (Zelazo et al., 2016). Eine Kombination beider Ansätze kann daher empfehlenswert sein, gerade wenn es darum geht, ein ganzheitliches Bild zu bekommen. Ergänzend zur Intelligenzdiagnostik kann es abhängig von der Fragestellung gewinnbringend sein, auch die EF zu berücksichtigen. Insbesondere Inhibition und kognitive Flexibilität werden nicht durch klassische Intelligenztests erfasst, können jedoch wichtige Hinweise im Zusammenhang mit Fragestellungen zu Lern- und Sozialverhalten liefern. Bei der EF-Messung bei Hochbegabten sind in der Auswahl der Testverfahren besonders mögliche Deckeneffekte zu be-

rücksichtigen. Die Testleiter:innen sollten darüber hinaus sensibel auf den Einfluss emotionaler und motivationaler Faktoren achten, die die Leistung beeinträchtigen könnten. Bei der Durchführung der Verfahren können unterstützende Maßnahmen zur Gestaltung der Testsituation getroffen werden, um die Motivation und Konzentration aufrechtzuerhalten. Die Testergebnisse sollten grundsätzlich vorsichtig, individuell und zusammen mit weiteren Informationen interpretiert werden. Da sich die EF bis ins frühe Erwachsenenalter entwickeln, stellen die Testergebnisse im Kindes- und Jugendalter lediglich eine Momentaufnahme dar.

## 5. Förderung der Exekutiven Funktionen als Beitrag zur Begabungsentfaltung und Begabungsgerechtigkeit

Aufgrund der hohen Relevanz der EF für die Entwicklung in verschiedenen Lebensbereichen (z. B. sozial-emotionale Kompetenzen, kognitive Leistungen, akademischer Erfolg) wird seit einigen Jahren viel zu den Möglichkeiten zur Förderung der EF von Kindern und Jugendlichen geforscht. Betrachtet man die Studienlage zur Förderung der EF, sind zwei Fragestellungen von entscheidender Bedeutung. Die Frage nach dem Ob: Können die EF durch Training gefördert werden? Und die Frage nach dem Wie: Welche Ansätze gibt es? Gibt es Erkenntnisse zu expliziten und impliziten Fördermöglichkeiten? Welche eignen sich besonders gut und für wen? Spielen Faktoren wie Geschlecht oder sozioökonomischer Status für den Erfolg von Interventionen eine Rolle? Ableitungen, wie Erkenntnisse zu diesen Fragen einen Beitrag zur Begabungsentfaltung und Begabungsgerechtigkeit leisten können, werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

### 5.1 Wie können die Exekutiven Funktionen von Kindern und Jugendlichen explizit und implizit gefördert werden?

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass die EF durch Training in verschiedenen Altersgruppen verbessert werden können. Karbach und Kray (2021) berichten in ihrer Übersichtsarbeit von verschiedenen Trainingsansätzen, die die EF fördern können. Einige Studien zeigen dabei, dass es durch ein Training der EF zu Leistungsverbesserungen bei „untrainierten“ Aufgaben kommen kann, die das gleiche Konstrukt messen (= Nahtransfer). Manche Untersuchungen zeigen dies sogar bei Aufgaben, die andere kognitive Fähigkeiten messen (= Ferntransfer). Insbesondere die Ergebnisse zum Ferntransfer sind jedoch sehr uneinheitlich und scheinen in Abhängigkeit von der Art der Intervention, der Trainingsintensität und der Zielgruppe zu variieren (Karbach & Kray, 2021). Besonders wenn es um den Transfereffekt auf andere kognitive Fähigkeiten geht, sind Förderansätze besonders interessant, die in den Alltag von Kindern und Jugendlichen integriert werden können. Auch hier konnten mittlerweile zahlreiche Interventionsstudien zeigen, dass die EF förderbar sind. Dazu zählen unter anderem kognitive (z. T. auch computerbasierte) Trainings, unterschiedliche Spielformen (z. B. Rollenspiel), körperliche Aktivität und bestimmte Sportarten, Achtsamkeitsübungen sowie spezielle Lehrpläne für Kitas und Schulen (vgl. Diamond & Ling, 2016). Zur Übung und Stärkung der EF eignen sich also verschiedene Maßnahmen, Aktivitäten und Angebote, die vor allem während der sensiblen Entwicklungsphasen in Kindheit und Jugend durch eine entsprechende Begleitung und Gestaltung der Umgebung positiv auf die Ausbildung der EF einwirken können. Eine systematische Übersichtsarbeit von Diamond und Ling (2020) umfasst 179 Studien hierzu aus der ganzen Welt. Dabei zeigen sich die größten Effekte für Achtsamkeitspraktiken, die mit Bewegung verbunden sind (z. B. Taekwondo und Tai-Chi). Ein weiterer vielversprechender Ansatz sind Schulprogramme und spezielle (nicht computerbasierte) kognitive Trainingsformen. Es konnten zwar auch für bestimmte computerbasierte Trainings Effekte nachgewiesen werden, wo-

bei von den Autorinnen darauf hingewiesen wird, dass die Auswirkungen begrenzt sind, was unter anderem am Fehlen von persönlichen Interaktionen liegen könnte. Körperliche Aktivität in „einfacher“ Form hat verhältnismäßig geringe Effekte auf die Entwicklung der EF. Diese können jedoch durch herausfordernde motorische und kognitive Ansprüche verstärkt werden. Die Autorinnen betonen, dass es bei allen Förderansätzen wahrscheinlich entscheidend ist, wie die Maßnahmen umgesetzt, strukturiert und begleitet werden. So ist es wichtig, dass die Aktivität Freude bereitet, bedeutsam für die Teilnehmenden ist und eine engagierte und gemeinschaftliche Beteiligung ermöglicht (Diamond & Ling, 2020).

Diese zusammenfassenden Ergebnisse werden von verschiedenen Studien im Kindergarten-, Grundschul- und Jugendalter unterstützt, die einzelne Aspekte genauer betrachtet haben. So wirken sich bestimmte Organisationsformen und die Gestaltung von Lernsituationen und -materialien sowie zielgerichtete Formen der sozialen Interaktion und Unterstützung durch Erwachsene förderlich auf die Entwicklung der EF im Kindergarten- und Schulalter aus. Hierbei handelt es sich um einen alltagsintegrierten, ganzheitlichen Förderansatz (Diamond et al., 2007; Piller, Stegmüller, Hofmann, Walk & Arndt, 2024; Walk et al., 2024; Walk, Evers, Quante & Hille, 2018). Sowohl für spezielle Aufgaben und Spiele, die explizit auf den Einsatz der EF abzielen (Bergman Nutley et al., 2011; Verbeken, Braet, Goossens & van der Oord, 2013), als auch für komplexere Spielsituationen wie begleitete Rollenspiele (Thibodeau, Gilpin, Brown & Meyer, 2016) wurden Effekte auf die Entwicklung der EF belegt. Achtsamkeitsübungen stärken die EF, besonders bei den Kindern, bei denen die EF noch unterdurchschnittlich ausgeprägt sind (Flook et al., 2010). Kurzfristige Effekte konnten auch für den Aufenthalt in einer naturnahen Umgebung (im Vergleich zu einer bebauten Umgebung) gezeigt werden (Schutte, Torquati & Beattie, 2017). Dies gilt auch für Kinder mit ADHS (Faber Taylor & Kuo, 2009). Hier könnten beruhigende und ausgleichende Faktoren eine Rolle spielen, die zur Entlastung und Regeneration der EF beitragen. Körperliche Aktivität spielt wie bereits erwähnt ebenfalls eine große Rolle für die Förderung der EF (z. B. Best, 2010; Hillman et al., 2014). Bewegung hat zum einen kurzfristige Effekte direkt im Anschluss an Bewegungseinheiten (z. B. Hung, Tsai, Chen, Wang & Chang, 2013; Ludyga, Gerber, Brand, Holsboer-Trachsler & Pühse, 2016), zum anderen langfristige Effekte (z. B. Chaddock, Hillman, Buck & Cohen, 2011; Scudder et al., 2014). Sowohl regelmäßige bewegte Pausen und unterrichtsintegrierte Bewegungseinheiten als auch regelmäßige Sportangebote über einen längeren Zeitraum erwiesen sich als förderlich (z. B. Kubesch et al., 2009; Ritteser, 2007; Stroth, 2009). Bei der Gestaltung der Bewegungseinheiten ist dabei die Art der Bewegung relevant. Komplexe Bewegungen, die eine gute motorische Koordination erfordern, sowie Bewegungsaktivitäten, die mehr Möglichkeiten zur sozialen Interaktion und die Notwendigkeit abverlangen, motorische Fähigkeiten strategisch einzusetzen, sind besonders wirksam für die EF (Best, 2010).

Studien zeigen, dass bei der Förderung der EF außerdem das Schulsetting eine wichtige Rolle spielen kann, in dem EF unterrichtsintegriert gefördert werden. So erwiesen sich zum Beispiel mit Bewegung verbundene Übungen in Mathematik als wirksam (Vazou & Smiley-Oyen, 2014) sowie gezielte Abwandlungen beziehungsweise bestimmte Vorgehen bei Schulaufgaben (z. B. Lernen durch Lehren, Selbstinstruktionen oder unterstützte Selbsterklärungen; Fuchs et al., 2016; Graham, Harris & Olinghouse, 2007; Muis, Psaradellis, Chevrier, Di Leo & Lajoie, 2016). Auch das Einüben bestimmter Strategien und Techniken, die das Lernen, Reflektieren und Vorgehen bei Aufgaben strukturieren, unterstützen die Entwicklung der EF (Espinet, Anderson & Zelazo, 2013;

Meltzer, Pollica & Barzilla, 2007). Wichtig ist an dieser Stelle, darauf hinzuweisen, dass sich die untersuchten Studien zum Teil in mehreren Aspekten unterscheiden: Art des EF-Trainings, Dauer und Häufigkeit, Alter der Proband:innen, verwendete Erhebungsinstrumente oder Labor- versus Feldstudien.

Unabhängig von der speziellen Ausrichtung der EF-Fördermaßnahmen haben Diamond und Ling (2016) verschiedene allgemeine Prinzipien identifiziert, die für den Erfolg der Maßnahmen eine wichtige Rolle spielen. Sie betonen vor allem die Bedeutung einer alltagsintegrierten, ganzheitlichen und freudvollen Förderung, die zu den größten (Transfer-)Effekten führt. Der ganzheitliche Ansatz wird zum Beispiel auch dadurch unterstützt, wie Piccolo und Kolleginnen (2018) nachweisen konnten, dass bereits das Schulklima an sich Auswirkungen auf die EF hat. Es geht bei der Förderung der EF also nicht nur um direkte Trainingsmaßnahmen, sondern auch um eine indirekte Unterstützung. Aspekte, die die EF beeinträchtigen (z. B. Trauer, Stress), sollten reduziert werden und Aspekte, die die EF unterstützen (z. B. Freude, soziale Integration, körperliche Fitness) sollten verstärkt werden (siehe Abbildung 10).

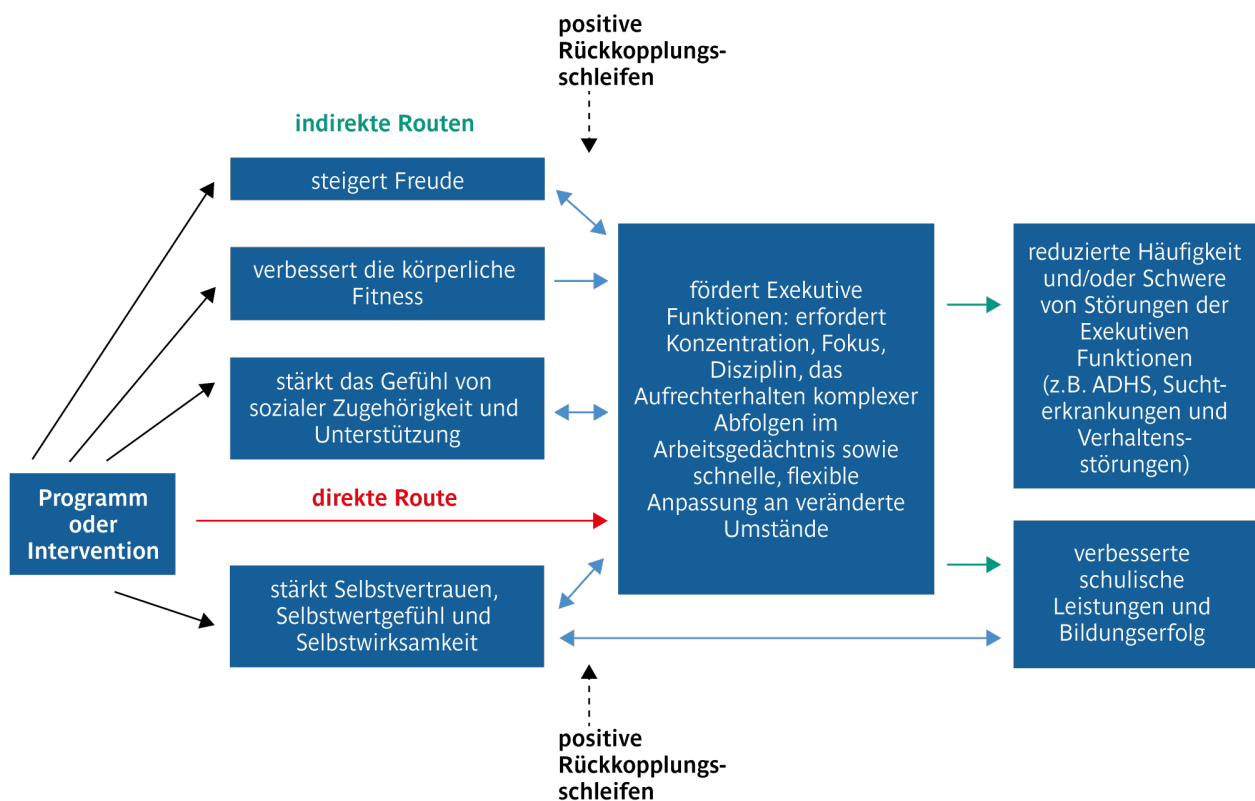


Abbildung 10: Direkte und indirekte Förderrouten, die Programme und Maßnahmen bei der erfolgreichen Förderung der Exekutiven Funktionen berücksichtigen sollten (übersetzt von Diamond, 2012)

Bei der direkten Route (gezielte Förderung der EF) ist ein wichtiger zu berücksichtigender Aspekt die Förderung am Limit (siehe Kapitel 3.5 und 5.4). Nur wenn die EF herausgefordert werden und keine Handlungsrouitnen oder Automatismen eingesetzt werden, können sich diese kognitiven Funktionen weiterentwickeln und verbessern (Diamond, 2009; Diamond & Ling, 2016).

Wenn man die vorliegende Literatur zu wissenschaftlich evaluierten Programmen zur Förderung der EF im Lebensalltag von Kindern und Jugendlichen betrachtet, gibt die folgende Tabelle

eine vereinfachte Übersicht der Programme und Konzepte, die verschiedene Effekte in den Teilkomponenten der EF zeigen konnten (ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Diese Auswahl stellt keine allgemeingültige Empfehlung für die hier vorgestellten Programme dar. Welche Fördermaßnahme für welche Zielgruppe unter welchen Bedingungen wirksam sein kann, ist pauschal nicht zu beantworten. Hier bedarf es der Entscheidung im jeweils speziellen Kontext.

Tabelle 1:

Auswahl und Übersicht evaluierter Programme und Konzepte zur Förderung der Exekutiven Funktionen, durch die positive Effekte auf Teilkomponenten der Exekutiven Funktionen gezeigt werden konnten

| Programm   | Zielgruppe                         | Inhalt   |
|--|------------------------------------|--|
| <b>1 The Chicago School Readiness Project (CSR)</b><br>Raver et al. (2011) | Kita (einkommensschwache Familien) | CSR ist ein Add-on für Head-Start-Kindergärten mit Schwerpunkt auf der Entwicklung verbaler Strategien zur Emotionsregulierung, z. B. Einführung klarer Regeln und Routinen, Belohnung von positivem Verhalten, Umlenkung von negativem Verhalten, Regulierungsunterstützung   |
| <b>2 START – AR</b><br>Yamamoto und Imai-Matsumura (2023)                  | Kita                               | Social Thinking and Academic Readiness Training (START) program – Academic Readiness (AR); das Programm zielt darauf ab, Kinder für ihre EF und Selbstregulierungsfähigkeiten zu sensibilisieren und ihre Fähigkeiten zu stärken.<br>AR-Stundeninhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsregeln</li> <li>• Konzentration</li> <li>• Fokussierung</li> <li>• Aufmerksamkeitslenkung</li> <li>• Emotionsregulierung</li> </ul>                             |
| <b>3 Tools of the Mind</b><br>Diamond et al. (2007), Solomon et al. (2018) | Kita                               | Fortbildungskonzept mit Lehrplan und Unterrichtspraktiken für pädagogische Fachkräfte; Kern sind 40 EF-fördernde Aktivitäten in folgenden Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• „selbstregulierendes privates Sprechen“ (= <i>private speech</i>)</li> <li>• begleitetes Rollenspiel</li> <li>• Hilfen zur Förderung von Gedächtnis und Aufmerksamkeit</li> </ul>  |
| <b>4 EMIL</b><br>Walk et al. (2018)  | Kita                               | Ganzheitliche, alltagsintegrierte Förderung der EF und Selbstregulation in 4 Domänen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltung (Einstellung gegenüber Kind)</li> <li>• Dialog und Interaktion (Dialogverhalten, Kommunikationsformen)</li> <li>• Strukturen (Zeiten, Raumgestaltung, Material, Regeln, Rituale, Gruppenstruktur)</li> <li>• pädagogische Angebote (EF-Spiele, körperliche Aktivität, Rollenspiele, Entspannungs- und Achtsamkeitstechniken)</li> </ul> |

| Programm  | Zielgruppe                    | Inhalt  |
|---|-------------------------------|---|
| <b>5 Spielbasierter Ansatz für das Training von EF</b><br>Traverso, Viterbori und Usai (2015)                                   | Kita                          | Fantasiegeschichten mit Spielaktivitäten in kleinen Gruppen, die Arbeitsgedächtnis, Inhibitionskontrolle und kognitive Flexibilität erfordern   |
| <b>6 Nele und Noa im Regenwald</b><br>Röthlisberger, Neuen-schwander, Cimeli, Michel und Roebbers (2012), Benzing et al. (2019) | Kita, Vorschule (bis 8 Jahre) | Spielebox mit EF-Spielen für (Klein-)Gruppen und Einzelsituationen (1:1) sowie Hintergrundinformatio-nen, u. a. zu Reaktionshemmung, Arbeitsgedächtnis, flexibler Aufmerksamkeitslenkung;<br>als festes Trainingsprogramm oder zur freien, flexiblen Umsetzung  |
| <b>7 Montessori</b><br>Lillard und Else-Quest (2006)  | Kita und Schule               | Bild des Kindes als „Baumeister seiner Selbst“ mit offenem Unterricht und Freiarbeit in einer vorberei-teten Lernumgebung.<br><br>Wichtige Montessori-Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• altersübergreifende Klassenzimmer</li> <li>• spezielles Set an Unterrichtsmaterialien</li> <li>• selbst gewählte Aufgaben über längere Zeit</li> <li>• Zusammenarbeit</li> <li>• Einzel- und Kleingruppenunterricht</li> </ul>  |
| <b>8 PIAFEx</b><br>Dias und Seabra (2015)   | 5 bis 7 Jahre                 | Intervention für Selbstregulation und die EF beste-hend aus 43 strukturierte Aktivitäten in 10 Basis-modulen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktion zwischen Lehrer und Kind/Klasse</li> <li>• externe Vermittler</li> <li>• <i>private speech</i></li> <li>• Ermutigung zur Heteroregulation</li> </ul>   |
| <b>9 Elli's World</b><br>Rivella, Bombonato, Pecini, Frascari und Viterbori (2024)  | Grundschule                   | Schulbasiertes Interventionsprogramm für Grund-schulkinder zur Verbesserung ihrer EF und Selbst-regulierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• schulische Aktivitäten zur Förderung meta-kognitiver Reflexion über selbstreguliertes Verhalten</li> <li>• integrative Schulaktivitäten, die den Kindern die Möglichkeit geben, ihre Selbstregulierung zu nutzen</li> <li>• Elli's World Serious Game, ein digitales spiel-basiertes Training, das als Heimaktivität ge-nutzt werden kann (für Inhibition, Reaktions-hemmung, Arbeitsgedächtnis)</li> </ul> |

| Programm   | Zielgruppe                      | Inhalt   |
|--|---------------------------------|--|
| <b>10 abc – achtsam, bedacht, clever</b><br>Piller et al. (2024) | Grundschule                     | EF und Selbstregulation als Grundlage für eine gesunde Entwicklung und Bildungserfolg in der Grundschule. abc ist ein Qualifizierungskonzept für Grundschullehrkräfte zur alltagsintegrierten, ganzheitlichen Förderung der EF und Selbstregulation.<br><br>Ansatzpunkte der Förderung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dialog und Interaktion</li> <li>• Strukturen und Lernumgebung</li> <li>• Lehr- und Lernarrangements</li> <li>• Feedback und Orientierung</li> </ul>   |
| <b>11 PATHS</b><br>Riggs, Greenberg, Kusché und Pentz (2006)     | Grundschule                     | PATHS-Lehrplan; universeller schulbasierter Präventionslehrplan für die Reduzierung von Aggression und Verhaltensproblemen durch Förderung von sozial-emotionaler Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung von Fähigkeiten zur Selbstbeherrschung</li> <li>• Umgang mit und Erkennen von Gefühlen</li> <li>• Lösung zwischenmenschlicher Probleme</li> </ul>  |
| <b>12 MindUp</b><br>Schonert-Reichl et al. (2015)                | Kita bis 8. Klasse              | Lehrplan mit neurologischem Bezug, um die Fähigkeit der Schüler zu stärken, ihre Emotionen zu regulieren, ihre Aufmerksamkeit zu fokussieren und Empathie aufzubauen; bestehend aus 15 Einheiten zu 4 Themen, ergänzt um tägliche kurze Atemübungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Getting Focused</i> (Einführung in die Struktur und Funktion des Gehirns)</li> <li>• <i>Sharpening Your Senses</i> (innere Erfahrungen wie achtsames Riechen und Schmecken)</li> <li>• <i>It's All About Attitude</i> (positives Denken, Perspektivenübernahme, Dankbarkeit)</li> <li>• <i>Taking Action Mindfully</i> (freundliche Handlungen für andere, positive Beziehungen)</li> </ul> |
| <b>13 ESA Program</b><br>Gentile et al. (2020)                   | (Grund-) Schule, 7 bis 14 Jahre | ESA steht für <i>Enriched Sports Activity Program</i> ; aufwärmen mit kognitiven Reizen für Inhibition, Arbeitsgedächtnis, Flexibilität (27 Einheiten): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baseline-Phase und Stimulationsphase mit Kombination von kognitivem Stimulus und Bewegung</li> </ul>  |

Anzumerken bei dieser Übersicht an evaluierten Programmen und Konzepten ist, dass generell eine Vergleichbarkeit beziehungsweise die Ableitung von allgemeingültigen Prinzipien problematisch ist, da sich Design (u. a. Matching der Gruppen, Erhebungsinstrumente), Methodik (u. a. Häufigkeit, Dauer, Inhalt der Intervention) sowie Stichprobe (u. a. Alter, sozioökonomischer Status) in den Studien zum Teil stark unterscheiden. Besonders der Einsatz einer aktiven Kontrollgruppe, die an einer vergleichbaren alternativen Maßnahme zu dem zu untersuchenden Programm teilnimmt,

ist in wissenschaftlichen Untersuchungen unter möglichst realen, alltäglichen Bedingungen häufig schwierig umzusetzen. Die hier gelisteten Maßnahmen verfügen zwar alle über Kontrollgruppen, diese unterscheiden sich aber im Hinblick darauf, ob diese eine aktive Vergleichsgruppe oder eine Wartekontrollgruppe mit *business as usual* war. Die Robustheit der Evaluationen ist im Allgemeinen schwer einzuschätzen, da in den veröffentlichten Studien nicht immer alle dafür zu berücksichtigenden Aspekte detailliert dargestellt werden. Zu unterschiedlichen Ergebnissen kann es außerdem aufgrund weiterer Aspekte kommen:

- EF-Training und Aktivitäten während des gesamten Kita- oder Schultags integriert versus Add-on-Programme mit zusätzlichen Einheiten und Inhalten
- Aufgaben und Übungen, die nah an den Anforderungen der EF-Tests liegen, versus Aktivitäten, die stärker am alltäglichen Handeln von Kindern und Jugendlichen ansetzen
- Durchführung der Programme oder Konzepte von Expert:innen versus Umsetzung durch neu geschulte Pädagog:innen
- Erwartungen und Haltungen der Pädagog:innen oder Trainer:innen, die die Ergebnisse beeinflussen können, versus objektive Programmeffekte (z. B. durch Verblindung)

Neben speziell entwickelten Interventionen zur Förderung der EF lohnt es auch, bereits existierende Maßnahmen in diesem Zusammenhang zu betrachten. Hier können wissenschaftliche Untersuchungen noch weiteren Aufschluss geben. Diamond und Ling (2020) postulieren, dass gerade in „realen“ Aktivitäten eine große Chance für die Förderung der EF liegen könnte, wie zum Beispiel:

- gemeinschaftliche Projekte (z. B. Musikprojekte, Theater)
- musikalische Gruppenaktivitäten (z. B. Bands, Chöre)
- spezielle achtsame Bewegungsaktivitäten (z. B. Aikido, Jiu-Jitsu, Qigong)
- ausgewählte Sportaktivitäten (z. B. Tanz, Mannschaftssport, Synchronschwimmen, Klettern)
- spezielle körperliche Aktivitäten (z. B. Orientierungslauf, Jugendzirkus)
- kreative Aktivitäten (z. B. Filmmachen)
- soziale Aktivitäten (z. B. Pfadfinder)
- Aktivitäten zur Pflege und Fürsorge von Tieren

Die Ausführungen dieses Kapitels sowie die Übersicht evaluierter Interventionen machen deutlich, dass es mittlerweile zahlreiche Ansätze gibt, die in Kindergärten, Schulen und weiteren Settings von hierfür speziell qualifizierten Personen wirksam umgesetzt werden können, um die Entwicklung der EF zu fördern. Verschiedene implizite Förderansätze bieten auch Familien Erfolg versprechende Ansatzpunkte. Durch gezielte Maßnahmen wie strukturierte Tagesabläufe, spielerische Trainings, Bewegungsangebote sowie das bewusste Einüben von (Lern-)Strategien können Kinder und Jugendliche dabei unterstützt werden, diese grundlegenden Steuerungsprozesse zu stärken. Eine förderliche Beziehungsgestaltung und klare, nachvollziehbare Regeln schaffen zusätzlich einen Rahmen, der die Entwicklung der EF begünstigt.

## 5.2 Welche Rolle spielen individuelle Einflussfaktoren für die Förderung von Exekutiven Funktionen?

Der Zusammenhang zwischen den EF und Faktoren wie Geschlecht, sozioökonomischer Status oder Sprache wurde in [Kapitel 3.2](#) ausführlich beschrieben. Beim Geschlecht zeigt die Studienlage gemischte Ergebnisse (z. B. Gaillard et al., 2021), wohingegen die vorliegenden Studienergebnisse zum sozioökonomischen Status andeuten, dass in der Regel ein geringerer Status mit schlechteren Ausgangswerten bei den EF assoziiert ist (Hackman et al., 2015; Last et al., 2018). Bei der Förderung der EF kann deshalb davon ausgegangen werden, dass der sozioökonomische Status ebenfalls eine Rolle spielt, da der „Ist-Stand“ der EF immer auch Bedeutung für eine entsprechende Förderung hat. Ähnlich verhält es sich beim Zusammenhang mit Sprache. Sprachfähigkeit und die EF sind eng verbunden, wobei vor allem gut entwickelte sprachliche Fähigkeiten einen positiven Einfluss auf die EF und ihren Einsatz haben (Shokrkon & Nicoladis, 2022). Es kann angenommen werden, dass Kinder und Jugendliche, die über weniger gut entwickelte sprachliche Fähigkeiten verfügen, anders in ihren EF gefördert werden müssen als Kinder und Jugendliche mit besser ausgebildeten Sprachfähigkeiten. Da die Entwicklung von Sprache wiederum stark mit dem sozioökonomischen Umfeld zusammenhängt (Hackman & Farah, 2009; Röthlisberger et al., 2010), ist hier eine detaillierte Betrachtung des EF-Förderansatzes wichtig.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Erkenntnis, dass die Kinder und Jugendlichen, bei denen die EF weniger gut ausgebildet sind, am stärksten von Förderprogrammen profitieren (Diamond & Lee, 2011; Diamond & Ling, 2016). Da Kinder und Jugendliche aufgrund ganz unterschiedlicher (Umwelt-)Faktoren über (noch) gering ausgeprägte EF verfügen können, kann hier mit direkten und indirekten Fördermaßnahmen sehr viel erreicht werden. Da prinzipiell alle Kinder von der Förderung der EF beziehungsweise einer EF-förderlichen Umgebung und Interaktion profitieren (Diamond & Lee, 2011), müssen Interventionen nicht nur Risikokinder einbeziehen. Allerdings ist zu beachten, dass Maßnahmen, die sich an heterogene Gruppen richten, ein hohes Maß an individueller Anpassung erfordern. So braucht beispielsweise ein Kind mit geistiger Beeinträchtigung eine andere Begleitung, um von Fördermaßnahmen zu profitieren, als ein durchschnittlich oder überdurchschnittlich begabtes Kind. Für hochbegabte Kinder kann bei kognitiven Ansätzen, die zum Beispiel mit Arbeitsgedächtnisentlastungen arbeiten, der Anspruch zu gering sein, sodass erstens kein Fördereffekt eintritt und zweitens die Kinder sich langweilen. Letzteres sollte man ernst nehmen, denn es ist ein guter Hinweis darauf, ob die Förderung zum Entwicklungsstand des Kindes passt.

Aus den genannten Gründen kann ein Ansatz bei den „Bedürftigeren“ also zu besonders großen Effekten führen. Eine (frühzeitige) Förderung der EF kann zu Chancengleichheit und Teilhabe von Kindern sowohl mit Beeinträchtigungen als auch mit besonders herausragenden Leistungspotenzialen beitragen.

### 5.3 Gibt es veröffentlichte Konzepte zur Förderung der Exekutiven Funktionen bei hochbegabten Underachiever:innen?

Bislang scheint es kein wissenschaftlich evaluiertes EF-Förderkonzept zu geben, das sich an Hochbegabte beziehungsweise speziell an hochbegabte Underachiever:innen richtet. Vereinzelt gibt es Studien, in denen die Effekte von Arbeitsgedächtnistraining oder des Ansatzes *Teaching for successful intelligence* (Sternberg & Grigorenko, 2003) auf Aspekte der EF in Kohorten von hochbegabten Kindern untersucht wurden (Karadağ & Yıldız-Demirtaş, 2022; Malekpour, Shooshtari, Abedi & Ghamarani, 2016). Keines der beiden Konzepte ist im Kern darauf ausgelegt, die drei Komponenten der EF zu fördern; sie enthalten aber Anforderungen, die den EF im weiteren Sinne zugeordnet werden können (z. B. Arbeitsgedächtnis, kognitive Flexibilität). Im Allgemeinen enthält der Ansatz des *Teaching for successful intelligence* (Sternberg & Grigorenko, 2003) interessante Elemente (z. B. die Förderung der kognitiven Flexibilität durch Aufgabenstellung aus verschiedenen Perspektiven (analytisch, kreativ, praktisch)). Allerdings weist die wissenschaftliche Evaluierung in der Arbeit von Malekpour und Kolleg:innen (2016) sichtbare Schwächen auf (z. B. geringe Stichprobe, schlechte Reliabilität des genutzten EF-Fragebogens), was die Robustheit und Verlässlichkeit der gefundenen Ergebnisse stark einschränkt. Hier wäre eine Replikation unter höheren wissenschaftlichen Standards ein wichtiger Schritt. Zudem wurde in der Studie zwar eine kleine Gruppe von hochbegabten Grundschüler:innen untersucht, jedoch wurde der Aspekt des Underachievements hier in keiner Weise betrachtet.

Eine aktuelle Studie untersuchte, ob ein Arbeitsgedächtnistraining bei hochbegabten 5- bis 6-Jährigen eine Steigerung dieser Fähigkeit bewirken kann (Karadağ & Yıldız-Demirtaş, 2022). Wie schon aus anderen Studien bekannt (Niebaum & Munakata, 2023), sind Effekte von Trainings, die sehr nahe an dem späteren Outcome sind, erwartbar (Nahtransfer). Auch in der Arbeit von Karadağ und Yıldız-Demirtaş (2022) gibt es solche Effekte des Nahtransfers. Signifikante Verbesserungen im Arbeitsgedächtnis fanden sich dabei nicht nur in der Gruppe der Hochbegabten, sondern auch bei den typisch entwickelten Kindern, wenngleich ihre Ausgangsfähigkeiten geringer waren. Aus dieser Studie könnte man ableiten, dass gut evaluierte und wirksame Konzepte, auch wenn sie nicht spezifisch für Hochbegabte entwickelt wurden, trotzdem (in Ansätzen) für diese nutzbar und hilfreich sein könnten. Dies ist vermutlich vom Konzept abhängig (vom Anforderungsniveau sowie der individuellen Anpassungsfähigkeit an die Fähigkeiten der Kinder) und bedürfte zwingend empirischer Überprüfung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es nach aktuellem Wissensstand kein wissenschaftlich evaluiertes Konzept zur Förderung der EF bei Hochbegabten beziehungsweise speziell bei hochbegabten Underachiever:innen gibt. Die wenigen verfügbaren empirischen Befunde bieten kaum eine Basis, um gut fundierte Prinzipien für EF-Förderansätze für Hochbegabte und Ausgangspunkte für ein solches Konzept abzuleiten. Die systematische Betrachtung und theoriegeleitete Übertragung von nachweislich wirksamen Konzepten zur Förderung der EF auf hochbegabte Underachiever:innen scheinen hier die vielversprechendsten Ansätze zu sein, um diese Bedarfslücke zu schließen.

## 5.4 Welche Anforderungen ergeben sich gegebenenfalls für die Förderung der Exekutiven Funktionen von besonders begabten Kindern und Jugendlichen?

Wie gezeigt wurde, existiert in der Forschung zu den EF eine durchaus umfangreiche Evidenz zu Konzepten und Programmen, die auf die Förderung der EF abzielen. So gibt es bereits einige Erkenntnisse darüber, welche Maßnahmen besonders wirkungsvoll sind. Im Kontext von Hochbegabung zeigt sich jedoch eine erhebliche Forschungslücke: Empirische Studien, die die Wirksamkeit spezifischer EF-Förderkonzepte (z. B. Arbeitsgedächtnis) bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen untersuchen, sind wie eben beschrieben bisher kaum verfügbar.

Ausgehend von den bestehenden Erkenntnissen zur Förderung der EF stellt sich die Frage, wie diese für die Entwicklung von Konzepten und Programmen zur Förderung der EF bei Hochbegabten genutzt werden könnten. Um beurteilen zu können, ob bestehende Förderansätze für hochbegabte Kinder und Jugendliche tatsächlich geeignet sind oder ob spezifische Anpassungen notwendig wären, ist eine empirische Überprüfung erforderlich. Dennoch lassen sich aus der vorhandenen Literatur einige Ableitungen treffen, die für die Bewertung bestehender Konzepte sowie für die Neu- beziehungsweise Weiterentwicklung von Trainings und Programmen vielversprechend sein könnten.

Die Besonderheiten, die sich für die Entwicklung von Konzepten und Programmen zur Förderung der EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen ergeben, lassen sich aus den spezifischen Herausforderungen und Merkmalen dieser Gruppe ableiten. Hochbegabte zeichnen sich häufig durch eine hohe kognitive Kapazität, schnelle Auffassungsgabe und ein tiefes Interesse an komplexen Themen aus. Gleichzeitig können Unterforderung in Kitas oder im Unterricht, Langeweile und daraus resultierende Frustration gegebenenfalls Underachievement begünstigen, sodass das tatsächliche Leistungspotenzial nicht ausgeschöpft wird. Diese Aspekte sollten in Fördermaßnahmen gezielt berücksichtigt werden, um sowohl die EF-Entwicklung als auch die spezifischen Bedürfnisse hochbegabter Kinder und Jugendlicher zu adressieren.

Ein zentrales Ziel der EF-Förderung bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen ist es, Programme und Ansätze zu entwickeln, die über allgemeine Methoden hinausgehen und die besonderen Merkmale dieser Gruppe berücksichtigen. Dabei sollten folgende Aspekte beachtet werden (beispielhafte Nennung):

### **1. Förderung am Limit**

Die Herausforderung am Limit spielt eine entscheidende Rolle bei der Förderung der EF. Damit Hochbegabte profitieren können, benötigen sie eine Förderung, die sie gezielt an die Grenzen ihrer EF-Fähigkeiten führt. Dafür braucht es Inhalte, die es den Kindern und Jugendlichen ermöglichen, zu erfahren, was „Lernen“, also die wiederholte, umfassende und tiefgreifende Beschäftigung mit Inhalten sowie die Nutzung passender Lernstrategien, bedeutet. Dabei ist es wichtig, Hochbegabten auch die Erfahrung zu ermöglichen, die Notwendigkeit zu lernen als bereichernden Prozess und nicht als Indikator für die Ausprägung der eigenen Hochbegabung zu erkennen („hochbegabt = ich muss nicht lernen“). Zudem eröffnet eine Förderung am Limit ein Lernfeld für die Frustrationstoleranz der Hochbegabten. Sie erfahren, wie es ist, etwas nicht zu wissen oder zu

können, und können in einem begleiteten Rahmen lernen, zielführend mit den aufkommenden Gefühlen umzugehen und aktive Strategien entwickeln, um diesen Umstand selbst zu ändern. So wird Rückzug oder Vermeidung auch in anderen herausfordernden Situationen vorgebaut. An dieser Stelle sind das Prinzip des *Enrichment* sowie eine herausfordernde Lernumgebung von Bedeutung (siehe nächster Punkt).

## **2. Herausfordernde Lernumgebungen**

Hochbegabte benötigen kognitiv anspruchsvolle und stimulierende Aufgaben, um ihre EF weiterzuentwickeln. Aufgaben, die oberflächliche oder repetitive Tätigkeiten beinhalten, fördern keine EF und führen bei Hochbegabten oft zu Langeweile, Unaufmerksamkeit und Passivität. Stattdessen scheinen Projekte und Problemstellungen, die kreatives Denken und komplexe Problemlösungsstrategien erfordern, besonders geeignet. Hier kann eine alltagsintegrierte Förderung ansetzen, die an die Entwicklung des Kindes angepasst ist. Ein zentrales Konzept im Bereich der Hochbegabtenförderung ist hierbei das Prinzip des *Enrichment*. Dabei handelt es sich um eine Anreicherung der Lernumgebungen durch zusätzliche Angebote, die den regulären (pädagogischen) Alltag ergänzen, ohne die Verweildauer in der jeweiligen Jahrgangsstufe zu verkürzen. *Enrichment*-Maßnahmen zielen darauf ab, vielfältige Lerngelegenheiten zu schaffen, die den besonderen Fähigkeiten und Interessen hochbegabter Kinder und Jugendlicher entsprechen. Ein solcher Ansatz findet vereinzelt auch in der EF-Förderung Anwendung und kann somit genutzt werden (Mähler et al., 2023). Zudem kann es sinnvoll und nützlich sein, hochbegabten Kindern und Jugendlichen im Sinne von selbstreguliertem Lernen die Verantwortung für ihr eigenes Lernen in die „eigenen Hände“ zu geben. Dies kann durch eine kooperative und unterstützende Begleitung gelingen. Hierfür kann man zum Beispiel den Kindern und Jugendlichen in Anpassung an ihre individuellen Fähigkeiten die Möglichkeit geben, über einen längeren Zeitraum selbstorganisiert an einem Thema oder Projekt zu arbeiten. Eine weitere Stellschraube kann die Größe des eigenen Entscheidungsraums sein, zum Beispiel in der Wahl der inhaltlichen Schwerpunkte und der Herangehensweise an diese, der Art der Dokumentation und der Präsentation der Ergebnisse.

## **3. Wiederholung und Übung**

Trotz ihrer hohen kognitiven Kapazität benötigen auch hochbegabte Kinder und Jugendliche regelmäßige EF-Übung, um ihre EF zu fordern und zu festigen. Dabei sollten die EF-Übungen so gestaltet sein, dass sie weiterhin anspruchsvoll bleiben und nicht zu einem routinierten Automatismus führen. Adaptive Lernumgebungen sowie entsprechende Materialien können hier eine Möglichkeit darstellen.

## **4. Individuelle Anpassung**

Die Förderung sollte an die spezifischen Stärken und Schwächen der Hochbegabten angepasst werden. Hochbegabte Kinder und Jugendliche können in einigen EF-Bereichen besonders stark sein, während andere Bereiche, wie zum Beispiel das flexible Einstellen auf neue Situationen und Anforderungen oder die Interferenzkontrolle, gezielte Unterstützung benötigen. Eine genaue Beobachtung des Kindes oder Jugendlichen sowie gegebenenfalls eine differenzierte Diagnostik sind hierfür unerlässlich. Dies bedarf einer entsprechenden professionellen und stärkenorientierten

Haltung und ausreichend Wissen der begleitenden Erwachsenen, um mögliche *Halo-Effekte* (siehe [Kapitel 3.5](#)) in den eigenen Beobachtungen zu erkennen und zu vermeiden, sowie die nötigen Kompetenzen, die Anforderungen an die individuellen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen anzupassen.

## 5. Ganzheitliche Förderung

EF-Förderung sollte nicht isoliert erfolgen, sondern eingebettet sein in kognitive und soziale Anregungen. Interdisziplinäre Ansätze, die zum Beispiel sprachliche und naturwissenschaftliche Inhalte miteinander verknüpfen, fördern die EF-Entwicklung umfassender und motivieren hochbegabte Kinder und Jugendliche durch abwechslungsreiche Inhalte. Motivation und Freude wiederum stellen eine wichtige Grundlage für gelingende EF-Förderung dar.

## 6. Kooperative Lernformen

Die Förderung in sozialen Interaktionen bietet für die Entwicklung der EF einen großen Mehrwert. Hochbegabte Kinder und Jugendliche können in Gruppenarbeiten oder Mentoring-Programmen, in denen sie andere unterstützen oder auch selbst gefördert werden, ihre sozialen und emotionalen Fähigkeiten stärken (z. B. Inhibition: andere ausreden lassen, sich mit Antworten zurückhalten; kognitive Flexibilität: die Sichtweise des anderen verstehen und annehmen können). Je nach Kontext könnte man bei den Inhalten solcher Aktivitäten darüber hinaus auch gezielt breitere Aspekte der EF in den Fokus rücken (z. B. Unterstützung in der Planungsfähigkeit oder im strukturierten Handeln).

Da die empirische Basis zur EF-Förderung bei Hochbegabten begrenzt ist, erscheint ein explorativer Ansatz zur Weiterentwicklung von Fördermaßnahmen vielversprechend. Da davon ausgegangen werden kann, dass die für durchschnittlich entwickelte Kinder geltenden Prinzipien, auf denen der Erfolg von Interventionen zu beruhen scheint (vgl. Diamond & Lee, 2011), auch für die Gruppe der hochbegabten Kinder und Jugendlichen gelten, könnte untersucht werden, ob bestehende EF-Trainings, die für typisch entwickelte Kinder und Jugendliche konzipiert und evaluiert wurden, auch auf Hochbegabte anwendbar sind oder ob spezifische Anpassungen erforderlich sind.

Abschließend lässt sich festhalten, dass eine gezielte und differenzierte EF-Förderung durch Konzepte und Programme bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen eine vielversprechende Möglichkeit bietet, ihre Potenziale besser auszuschöpfen und gleichzeitig ihre kognitiven und sozialen Kompetenzen umfassend zu stärken.

## 6. Zusammenfassende Empfehlungen und Ableitungen für Wissenschaft und Praxis

In dieser Expertise wird der Fragestellung nachgegangen, welche Rolle und Bedeutung die EF bei der Entfaltung der kognitiven Potenziale hochbegabter Kinder und Jugendlicher spielen. Die Expertise stellt einen Ansatz dar, den Zusammenhang zwischen den Konstrukten Hochbegabung und EF umfassend zu beleuchten. Durch die Aufarbeitung des aktuellen Forschungsstands werden nicht nur zentrale (wissenschaftliche) Erkenntnisse zu den einzelnen Fragestellungen vorgestellt, sondern auch mögliche Handlungsoptionen und Empfehlungen für Praxis und Forschung abgeleitet. Zugleich wird deutlich, dass spezifische Fragestellungen in zukünftigen Untersuchungen vertieft werden sollten, um ein differenzierteres und grundlegendes Verständnis des Zusammenhangs zu erhalten.

### 6.1 Welche Bedarfe ergeben sich für Wissenschaft und Forschung?

Die vorliegende Expertise identifiziert zahlreiche offene Fragen und Bedarfe an weiterführender Forschung. Die nachfolgenden Fragestellungen und Ansätze können aus der Expertise abgeleitet werden.

#### 6.1.1 Grundlagenforschung

Unabhängig vom Kontext der Hochbegabung bleibt die Frage nach den individuellen Entwicklungsverläufen der EF-Komponenten unzureichend geklärt. Bisher fehlen sowohl qualitative hochwertige Langzeitstudien, die mit validen und gut mitwachsenden Messinstrumenten durchgeführt werden, als auch umfassende Metaanalysen, die die Befunde systematisch zusammenführen und auswerten. Auch zur Faktorenstruktur der EF besteht trotz umfassender Befundlage weiterhin ein grundlegender Forschungsbedarf (siehe [Kapitel 3.1](#)).

In diesem Zusammenhang ergibt sich auch die Notwendigkeit weiterer Studien mit klarer Hochbegabungsausrichtung. Interessant ist hier beispielsweise die Frage, ob sich die Faktorenstruktur bei Hochbegabten früher ausdifferenziert. Auch wäre zu untersuchen, ob es bei hochbegabten Kindern Phasen beschleunigter Entwicklung der EF-Komponenten gibt, und falls ja, ob diese zu anderen Alterszeitpunkten stattfinden. Darauf aufbauend wäre zu prüfen, welche Unterstützungsmaßnahmen Hochbegabte benötigen, um diese Phasen optimal für ihre eigene Entwicklung zu nutzen. Die bisherige Studienlage zu den Zusammenhängen zwischen Hochbegabung und den EF ist uneinheitlich, was weiteren Forschungsbedarf aufzeigt (siehe [Kapitel 3.4](#)).

Eine weitere zentrale Herausforderung betrifft die Diagnostik, insbesondere die Entwicklung valider, altersgerechter und adaptiver Testverfahren (siehe [Kapitel 4.1](#)). Wünschenswert wären Verfahren, die sich flexibel an die kognitive Entwicklung anpassen und „mitwachsen“, ohne dabei methodische Probleme wie die Erfassung eines anderen Konstrukts oder Deckeneffekte zu verur-

sachen. Diese Instrumente sollten nicht nur eine angemessene Schwierigkeitsanpassung der Aufgaben ermöglichen und aussagekräftige Normstichproben zur Einordnung der Ergebnisse bereitstellen, sondern bestenfalls auch situationstestspezifische Faktoren berücksichtigen, die bei Hochbegabten relevant sein können. Hierzu zählen unter anderem die Beachtung von motivationalen und emotionalen Faktoren sowie die Gestaltung des Testumfelds (siehe [Kapitel 4.3](#)).

Solche Testverfahren stellen eine wichtige Voraussetzung für belastbare empirische Erkenntnisse dar, die dazu beitragen können, die genannten offenen Fragen zu klären und die Erkenntnisse über die EF und ihre Zusammenhänge mit Hochbegabung weiter zu vertiefen. Verlässliche Instrumente sind dabei nicht nur für die Forschung, sondern auch für die Praxis wichtig. Sie könnten durch Schulpsycholog:innen und Berater:innen zum Einsatz kommen, um eine fundierte Diagnostik und individuelle Förderplanung für hochbegabte Kinder und Jugendliche zu ermöglichen.

Besonders relevant könnten auch Studien zur Wahrnehmung der EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen durch Lehrkräfte und Eltern sein. Im Hinblick darauf wäre beispielsweise zu prüfen, ob diese aufgrund der Vorsprünge in anderen Bereichen zur Überschätzung beziehungsweise Übergeneralisierung der EF neigen (siehe [Kapitel 4.3](#)). Solche Beurteilungsfehler/-verzerrungen wären (bei einem empirischen Nachweis ihrer Existenz) ein wertvolles Thema für Fortbildungsangebote.

Da sowohl die EF als auch Hochbegabung und Underachievement komplexe Konstrukte darstellen, die zunächst eine klare und präzise Definition erfordern (siehe [Kapitel 1.1](#)), ist ein differenziertes und grundlegendes Verständnis beider Konstrukte notwendig, um ihre Bedeutung und Wechselwirkungen erfassen zu können.

Auf Basis der Recherchen im Rahmen dieser Expertise lassen sich weitere Bereiche identifizieren, in denen die EF relevant zu sein scheinen. Insbesondere im Hinblick auf die Potenzialentfaltung im Lern- und Sozialverhalten hochbegabter Kinder und Jugendlicher könnten die EF in folgenden Fragestellungen von besonderem Interesse sein:

- Welche Rolle spielen die EF bei Hochbegabten bei der Anpassung von Lernstrategien an neue Herausforderungen?
- Wie tragen die EF bei Hochbegabten dazu bei, sich langfristige Lernziele zu setzen und die Motivation aufrechtzuerhalten?
- Inwieweit können die EF dazu beitragen, typische Herausforderungen des Schulalltags bei Hochbegabten wie Langeweile oder Frustrationen zu bewältigen?
- In welchem Maße spielen die EF bei Hochbegabten eine Rolle bei der Bewältigung von Leistungsdruck und hohen Erwartungen im schulischen Umfeld?
- Inwieweit tragen die EF zur Entwicklung von Resilienz bei Hochbegabten bei, damit sie Stress, Angst und Misserfolge besser bewältigen können?
- Wie gut können Hochbegabte ihre Emotionen regulieren und sich in sozialen Interaktionen anpassen (z. B. Frustration, Ablehnung)?
- Welche Rolle spielen die EF bei Hochbegabten bei der Entwicklung von Empathie und Konfliktbewältigungsstrategien?

### 6.1.2 Anwendungsorientierte Forschung

Zur wirksamen Förderung der EF von hochbegabten Kindern und Jugendlichen bedarf es theoretisch fundierter und empirisch evaluierter Konzepte. Aufbauend auf allgemeinen Ansätzen und bestehenden Programmen zur Förderung der EF (siehe [Kapitel 5.1](#)) könnte unter Berücksichtigung theoretischer Modelle zur Hochbegabung und speziell auch mit Blick auf Underachievement ein spezifisches Konzept zur Förderung der EF für Hochbegabte entwickelt und evaluiert werden.

Angesichts der präventiven Wirkung gut entwickelter EF sollten entsprechende Maßnahmen entwickelt werden, die bereits in der frühkindlichen Bildung, etwa in Kitas, Einsatz finden können. Die frühzeitige Förderung der EF bei Hochbegabten könnte dazu beitragen, Entwicklungsrisiken zu minimieren, die Resilienz und psychische Gesundheit sowie soziale und emotionale Kompetenzen zu stärken und die kognitive sowie persönliche Entwicklung positiv zu unterstützen.

Die genannten Aspekte zeigen die Vielschichtigkeit des Themas und verdeutlichen, dass eine stärkere Verknüpfung von Forschung und Praxis, aber auch interdisziplinäre Entwicklungen von Ansätzen, beispielsweise von Fachdidaktiker:innen und Psycholog:innen notwendig sind, um die EF hochbegabter Kinder und Jugendlicher in Fachinhalten integriert zu fördern.

## 6.2 Förderung Exekutiver Funktionen von besonders begabten Kindern und Jugendlichen: Was braucht das pädagogische Umfeld?

Die Praxis benötigt nicht nur weitere Forschungserkenntnisse, sondern auch eine stärkere Implementierung des Themas bei der Förderplanung im Fachdiskurs und in der Weiterbildung. Dies betrifft nicht nur die EF allgemein, sondern auch spezifisch die EF hochbegabter Kinder und Jugendlicher. Wie die vorliegende Expertise verdeutlicht, sind die EF essenziell für den langfristigen und nachhaltigen Lernerfolg sowie für die persönliche und akademische Entfaltung (siehe [Kapitel 2](#)). Diese Zusammenhänge sollten in Diskussionen zur Begabungsförderung verstärkt berücksichtigt werden, um Antworten auf die zentrale Frage zu finden, wie besonders begabte Kinder und Jugendliche darin unterstützt werden können, ihr Potenzial zu entfalten.

Wie dargestellt fehlen aktuell theoretisch fundierte und empirisch evaluierte Konzepte zur Förderung der EF für hochbegabte Kinder und Jugendliche (siehe [Kapitel 5.3](#)). Nachfolgend werden daher konkrete Empfehlungen postuliert, die sich an Akteur:innen im Kontakt mit hochbegabten Kindern und Jugendlichen (Eltern, pädagogische Fachkräfte, Lehrkräfte, Schulpsycholog:innen, Berater:innen usw.) richten, um die EF von hochbegabten Kindern und Jugendlichen fördern zu können.

In [Kapitel 5.4](#) wurden ausgehend von den bestehenden Erkenntnissen zur Förderung der EF auf der Grundlage der spezifischen Herausforderungen und Merkmale der Gruppe der Hochbegabten wichtige Anforderungen für die Fördermöglichkeiten bei Hochbegabten abgeleitet. Dies waren unter anderem (vgl. [Kapitel 5.4](#)):

- Prinzip des *Enrichment*
- Förderung am Limit
- herausfordernde Lernumgebung

- Wiederholung und Übung
- individuelle Anpassungen
- ganzheitliche Förderung
- kooperative Lernformen

Diese dort beschriebenen Inhalte sind jedoch nicht nur für die Entwicklung von Konzepten und Programmen zur Förderung der EF bei Hochbegabten relevant, sondern für alle Akteur:innen im Kontakt mit hochbegabten Kindern und Jugendlichen von Bedeutung. Diese Zielgruppen benötigen eine reflektierte Haltung, spezifisches Wissen sowie geeignete Handlungskonzepte und -kompetenzen, um hochbegabte Kinder und Jugendliche bestmöglich in Bezug auf die EF zu fördern.

### **6.2.1 Haltung als Grundlage des (pädagogischen) Handelns**

Eine professionelle Haltung erfordert biografische Kompetenz und Selbstreflexivität. Alle Beteiligten sollten sowohl die Potenziale als auch die Herausforderungen von Hochbegabung erkennen und verstehen. Dazu zählt etwa Underachievement – also das Nicht-Ausschöpfen von Potenzialen. Eine solche negative Konnotation, aber auch hinderliche Vorstellungen oder stereotypisch ausgegerichtete Kenntnisse über Hochbegabung könnten zu einer geringeren Akzeptanz von Underachiever:innen führen. Wissen über Hochbegabung und spezifische Herausforderungen sowie eine Sensibilität gegenüber diesen Dynamiken ist essenziell, um die Kinder und Jugendlichen bestmöglich zu unterstützen.

Ebenso wichtig ist eine ressourcenorientierte Perspektive. Anstatt sich auf Defizite zu fokussieren, sollten die Stärken und Potenziale der Kinder und Jugendlichen im Mittelpunkt stehen. Dies erfordert Empathie. Alle Akteur:innen im Umgang mit Hochbegabten sollten in der Lage sein, die emotionalen und sozialen Bedürfnisse hochbegabter Kinder wahrzunehmen und einfühlsam darauf einzugehen.

Offenheit für und Wertschätzung von Diversität sind weitere Schlüsselkompetenzen. Hochbegabte Kinder und Jugendliche sind keine homogene Gruppe. Sie bringen vielfältige Begabungsprofile, Persönlichkeiten und Hintergründe mit. Eine differenzierte Betrachtung hilft dabei, jedes Kind individuell hinsichtlich der EF zu fördern und Pauschalisierungen zu vermeiden. Diversität als etwas Positives zu sehen, unterstützt eine stärkere Individualisierung der Lernangebote, die auf die spezifischen Bedürfnisse jedes Individuums abgestimmt sein müssen.

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die Beziehungsarbeit. Insbesondere hochbegabte Kinder, die oft mit besonderen Herausforderungen konfrontiert sind, profitieren von stabilen, unterstützenden Beziehungen. Eine vertrauensvolle Beziehung und eine solide Bildungspartnerschaft zwischen den verschiedenen Zielgruppen (Eltern sowie familiäres Umfeld, pädagogische Fachkräfte, Lehrkräfte, Schulpsycholog:innen, Berater:innen usw.) unter Einbezug der Kinder und Jugendlichen bilden die Grundlage für erfolgreiches kooperatives Handeln und Lernen auch im Kontext der EF.

## 6.2.2 Strukturierte Förderung: ein Modell für die pädagogische Praxis

Um im Umgang mit Hochbegabten eine EF-förderliche Perspektive einzunehmen und gezielte Schritte zur Unterstützung dieser wichtigen Fähigkeiten zu gehen, kann ein praxisnahes Modell mit den vier Phasen *Wahrnehmen*, *Beobachten*, *Planen* und *Fördern* (Mähler et al., 2023) einen Rahmen schaffen und Orientierung geben. Im Folgenden wird dieses Modell auf den Kontext der EF-Förderung bei Hochbegabten bezogen.

### 1. Wahrnehmen

Bei der Wahrnehmung hochbegabter Kinder und Jugendlicher braucht es fundiertes Wissen sowohl über die EF als auch über Hochbegabung (siehe dazu auch [Kapitel 1](#)). Mit Blick auf die EF müssen alle Akteur:innen im Umgang mit hochbegabten Kindern und Jugendlichen verstehen, welche Funktionen die EF erfüllen und welche Bedeutung sie haben (siehe [Kapitel 1.1](#) und [2](#)), wie sie sich entwickeln (siehe [Kapitel 3](#)) und in welchen Bereichen sie sichtbar werden. Zudem sollten sie die Unterschiede und Zusammenhänge zwischen den EF und Intelligenz kennen (siehe [Kapitel 1.2](#) und [4.2](#)). Dieses Wissen bildet die Grundlage dafür, die EF als wichtige Ressource für hochbegabte Kinder und Jugendliche ganzheitlich wahrzunehmen, sensibel deren Bedürfnisse zu erkennen sowie Diversität und Individualität zu verstehen und als Stärke zu nutzen.

### 2. Beobachten

Die Potenziale und Bedürfnisse hochbegabter Kinder und Jugendlicher können durch gezielte Beobachtung und Diagnostik erkannt werden. Alle Akteur:innen im Umgang mit Hochbegabten sind dabei gefragt, aufmerksam auf Anzeichen von Unterforderung zu achten, spezifische Entwicklungsbereiche der EF zu erkennen und zudem besondere Potenziale sowie individuelle Entwicklungswege zu sehen und zu begleiten. Ergänzend können differenziertere EF-Diagnostiken erforderlich sein (z. B. durch Schulpsycholog:innen), um individuelle Fördermaßnahmen ableiten zu können. Besonders aufschlussreich kann es für eine bedarfsgerechte Förderung sein, wenn die EF-Komponenten Arbeitsgedächtnis, Inhibition und kognitive Flexibilität einzeln betrachtet werden. In [Kapitel 4](#) wurden die Erfassung der EF und die Bedeutung dieser als Ergänzung zu Intelligenzmessungen ausführlich beschrieben.

Im Allgemeinen lässt sich festhalten: Die Beobachtung sollte systematisch erfolgen und die besonderen Merkmale hochbegabter Kinder und Jugendlicher berücksichtigen. Eine Herausforderung besteht zum Beispiel darin, dass partiell schlechter entwickelte EF durch eine hohe kognitive Leistungsfähigkeit maskiert werden könnten. Zudem kann ein Perspektivenwechsel der beteiligten Akteur:innen sinnvoll und hilfreich sein. So kann erkannt werden, dass Hochbegabte häufig enorme Anstrengungen unternehmen, um sich zu regulieren (z. B. durch das ständige Zurückhalten von Antworten oder das Aushalten von chronischer Langeweile), diese aber in Anbetracht der Anforderungen nicht ausreichen. Solche Beobachtungen können fälschlicherweise als unzureichende EF interpretiert werden, obwohl sie unter Umständen dem Durchschnitt entsprechen oder sogar überdurchschnittlich entwickelt sind. Darüber hinaus kann es hilfreich sein, Perspektiven unterschiedlicher Akteur:innen einzuholen und auch Aspekte wie die Motivations- und Interessenslagen zu berücksichtigen. So kann es sein, dass sich die EF ganz unterschiedlich zeigen, in Abhängigkeit davon, ob die Situation oder die Aufgabe das Interesse des Kindes weckt oder nicht.

Zudem können Situationen, in denen es den Kindern und Jugendlichen gut gelingt, ihre EF einzusetzen, als Grundlage für Ableitungen dienen für Situationen, in denen es den Hochbegabten noch nicht so gut gelingt.

### 3. Planen

Aus den Beobachtungen lassen sich gezielte Maßnahmen ableiten. Um die Kinder und Jugendlichen nicht zu überfordern, ist es wichtig, sich vor Augen zu führen, in welchem Maße die jeweilige EF-Komponente bei den Kindern und Jugendlichen bereits entwickelt ist (siehe [Kapitel 3.1](#)). Was kann zum Beispiel ein Kind schon leisten und wo ist die entsprechende kognitive Grundlage (z. B. kognitive Flexibilität) noch nicht so weit ausdifferenziert? Mit einem solchen Wissen ist es möglich, gemäß der Zone der nächsten Entwicklung Förderansätze abzuleiten und dem Kind anzubieten (siehe [Kapitel 3.5](#)). Durch die Interaktion mit Erwachsenen entwickeln sich die Kinder weiter und gelangen von bereits beherrschten zu zunehmend komplexeren EF-Fähigkeiten, die sie sich dadurch aneignen. Ein solches Vorgehen erfordert ein tiefes Verständnis darüber, an welchem Punkt ein Kind in seiner Entwicklung der EF steht und welches Maß an Unterstützung es benötigt, um Fortschritte zu erzielen. Dabei sollten Aspekte wie die Kompetenz, Autonomiebedürfnis und die soziale Einbindung des Kindes beziehungsweise des Jugendlichen in den Blick genommen werden (siehe [Kapitel 5.4](#)). Bei der Planung zur Förderung der EF ist aber auch immer die zielgerichtete Entlastung der EF zu berücksichtigen und einzubeziehen.

### 4. Fördern

Die Förderung der EF (siehe [Kapitel 5](#)) sollte nach Möglichkeit alltagsintegriert, situationsangepasst und individualisiert erfolgen. Ein ganzheitlicher Ansatz, der Eltern, Lehrkräfte und Beratungsstellen einbindet, ist besonders wirksam. Dabei können Ansätze wie Scaffolding, soziale Lernformen, Sustained Shared Thinking oder Feed-Forward-Strategien gute Herangehensweisen sein, um die Entwicklung der EF situationsintegriert zu fördern, da sie direkt an den vorhandenen Kompetenzen des Kindes ansetzen. Hochbegabte könnten zudem von expliziten Förderprogrammen profitieren, die zum Beispiel ihr Interesse an der Funktionsweise des Gehirns aufgreifen.

#### 6.2.3 Berücksichtigung des familiären Umfelds

Die Entwicklung der EF wird maßgeblich durch das familiäre Umfeld (Chaos vs. Struktur, Verfügbarkeit von finanziellem und sozialem Kapital) und das elterliche Verhalten (Sensibilität, Responsivität und die Verlässlichkeit in der Erziehung) beeinflusst (siehe [Kapitel 3.2](#) und [3.3](#)). Aus diesem Grund ist es wichtig, dass alle Akteur:innen im Kontakt mit hochbegabten Kindern und Jugendlichen (pädagogische Fachkräfte, Lehrkräfte, Schulpsycholog:innen, Berater:innen usw.) die Familie in den Prozess der Förderung der EF aktiv einbeziehen. Gerade bei stark nach Autonomie strebenden Kindern und Jugendlichen besteht die Gefahr, dass Eltern ihre Rolle als Strukturgeber:in und Entscheider:in aus den Augen verlieren oder diese durch ständige Anfechtung dieser Rolle durch Auseinandersetzungen über Regeln und Entscheidungen irgendwann aufgeben. Das kann eine hohe Belastung bedeuten, die sich langfristig nicht nur auf die Eltern, sondern auch auf die Kinder und Jugendlichen auswirkt, die mit der Verantwortung, die sie damit für sich und ihre Familie

übernehmen, überfordert sein können. Hier könnten zielgerichtete Elterntrainings oder Elternseminare hilfreich sein, die Eltern dabei unterstützen, eine Balance zwischen Autonomiegewährung und notwendiger Struktur zu finden. Solche Angebote könnten beispielsweise über Beratungsstellen für Hochbegabung vermittelt werden, um Eltern praktische Ansätze an die Hand zu geben, wie sie ihre Kinder über ihre elterliche Begleitung und die familiären Strukturen in deren EF fördern können. Die gezielte Unterstützung von Eltern in ihrer Rolle könnte nicht nur die Entwicklung der EF der Kinder positiv beeinflussen, sondern auch den Alltag der Familien erleichtern und langfristig zu einem besseren Wohlbefinden aller Beteiligten beitragen.

Neben der grundlegenden pädagogischen Haltung und dem notwendigen Wissen beim Wahrnehmen, Beobachten, Planen und Fördern der EF im Kontext der Hochbegabung bei Kindern und Jugendlichen braucht es allgemeine Handlungskompetenzen, passende Lösungsstrategien sowie konkrete Umsetzungsideen in Bezug auf die Förderung der EF. Um die EF bei hochbegabten Kindern und Jugendlichen effektiv zu fördern, sollten Alltags- und Lernumgebungen folgende Merkmale aufweisen:

- Die Gestaltung der Umgebung basiert auf dem Wissen über die EF, ihre Bedeutung und Entwicklung sowie auf der Berücksichtigung von Zusammenhängen und Abgrenzungen zur Intelligenz.
- Die spezifischen kognitiven und emotionalen Anforderungen und Bedürfnisse der Kinder und Jugendlichen werden gezielt berücksichtigt, und basierend auf sorgfältiger Beobachtung und Diagnostik darauf eingegangen.
- Es werden konkrete und zielgerichtete Maßnahmen zur Förderung der EF implementiert.
- Die Lernumgebung ist anregend und herausfordernd und motiviert zur aktiven Auseinandersetzung.
- Soziale und kooperative Lernformen werden gezielt eingesetzt, um auch soziale Kompetenzen zu stärken.
- Es bestehen langfristig angelegte Übungs- und Anwendungsmöglichkeiten, die eine nachhaltige Entwicklung fördern.
- Das familiäre Umfeld wird mitberücksichtigt, und die Familie wird aktiv in den Förderprozess einbezogen.

## 7. Exekutive Funktionen: Schlüsselkompetenzen für Bildungs- und Lebenswege

Wie Studien zeigen, spielen die EF eine zentrale Rolle für Lernprozesse, Sozialverhalten und Selbstregulation. Die Bedeutung der EF im Kontext von Hochbegabung und Underachievement zeigt sich auf verschiedenen Ebenen, die Studienlage ist jedoch (noch) sehr gemischt. Wie die vorliegende Expertise zeigt, gibt es noch viele offene Fragen, dennoch kann davon ausgegangen werden, dass die EF eine wichtige Rolle bei der Entfaltung des individuellen Potenzials darstellen könnten. Ein vertieftes Verständnis ihrer Bedeutung kann dazu beitragen, hochbegabte Kinder und Jugendliche gezielter zu begleiten und zu fördern. Folgendes Bild stellt in vereinfachter Form die Beziehung der EF zu besonderen Begabungen her:

### „PS“ im Kopf

Das exekutive System kann man sich gut wie das Steuersystem eines leistungsstarken Autos vorstellen. Dieses Auto steht für einen besonders begabten Menschen mit einem außergewöhnlich kraftvollen „Gedankenmotor“, der schneller und vielseitiger arbeitet als bei anderen. Hochbegabte Kinder und Jugendliche haben oft viele Ideen, denken vernetzt, sind neugierig und nehmen Informationen mit hoher geistiger Geschwindigkeit auf. Doch wie bei einem echten Auto nützt der stärkste Motor nichts, wenn die Steuerung nicht gut funktioniert.

Denn damit ein Fahrzeug sicher und zielorientiert unterwegs ist, braucht es ein System, das den Überblick behält, richtig steuert und im richtigen Moment Entscheidungen trifft. Genau das leisten die EF. Sie helfen dabei, die Aufmerksamkeit zu lenken, Handlungen zu planen, Störungen auszublenden, (ablenkende) Emotionen zu regulieren und flexibel auf neue Situationen zu reagieren.

Gerade bei Hochbegabung ist eine effektive Selbststeuerung besonders wichtig. Denn je mehr „PS“ im Kopf stecken, desto wichtiger ist es, diese auch bewusst einsetzen zu können. Wenn zum Beispiel eine Aufgabe langweilig erscheint, weil man sie gedanklich schon weit durchdrungen hat, braucht es trotzdem Durchhaltevermögen und Impulskontrolle, um sie sorgfältig zu Ende zu bringen. Oder wenn sich Gedanken überschlagen und viele Ideen auf einmal auftauchen, ist es Aufgabe des exekutiven Systems, Ordnung ins innere Chaos zu bringen. Wenn es an der „inneren Steuerung“ fehlt, kann sich der Alltag für Kinder chaotisch, frustrierend oder überfordernd anfühlen – selbst wenn bei ihnen eigentlich „viel PS unter der Haube“ stecken.

Hochbegabung heißt also nicht automatisch, dass alles schnell und wie von selbst läuft. Vielmehr braucht es eine gute innere Steuerung, damit die besonderen Fähigkeiten nicht ins Leere laufen, sondern wirksam, zielgerichtet und sozial verträglich eingesetzt werden können. Hierfür stellen die EF eine wichtige Instanz dar.

Da die EF einen zentralen Ansatzpunkt darstellen, um Entwicklungs- und Lernprozesse zu fördern, sollte das Wissen über ihre Bedeutung für die gesamte Entwicklung – sei es im sozialen, emotionalen oder kognitiven Bereich sowie im Bildungsverlauf – verstärkt in die Praxis getragen werden.

Gerade im spezifischen Kontext der Hochbegabung zeigt sich die Studienlage jedoch noch als überschaubar und teils heterogen. Ein differenzierteres Verständnis ist erforderlich, um die Rolle der EF klarer zu definieren und vorhandene Erkenntnisse gezielt für Diagnostik, Beratung und Förderung nutzbar zu machen.

Neben den zentralen Fragestellungen dieser Expertise rücken auch weitere Themenfelder in den Fokus, die für die pädagogische und psychologische Praxis von hoher Relevanz sind. So stellen etwa Wohlbefinden, Resilienz und mentale Gesundheit vielversprechende ergänzende Aspekte dar. Studien zeigen, dass gut entwickelte EF nicht nur mit akademischen Leistungen (siehe [Kapitel 2.1](#)), sondern auch mit Resilienz (Mecha, Rodriguez-Morales & Sanchez-Lopez, 2024) und Wohlbefinden (Lau & Yang, 2025) in Verbindung stehen. Gerade hochbegabte Kinder und Jugendliche sind mitunter besonderen Erwartungen und Leistungsdruck ausgesetzt (Webb et al., 2017). In diesem Zusammenhang können die EF als zentrale Ressource verstanden werden, die zur Selbstregulation, Zielorientierung und letztlich zu einem stabilen, erfüllten Leben beitragen.

Zwar lassen sich die EF als eine wichtige Stellschraube betrachten, um die Diskrepanz zwischen Potenzial und tatsächlicher Leistung – etwa bei Underachievement – zu erklären und zu beeinflussen, doch sollten sie nicht isoliert betrachtet werden. Neben individuellen Voraussetzungen sind auch Umweltbedingungen wie familiäre oder schulische Faktoren maßgeblich beteiligt und liegen häufig außerhalb der direkten Einflussnahme der betroffenen Kinder und Jugendlichen. Die EF sind daher als Teil eines komplexen Zusammenspiels verschiedener Einflussgrößen zu verstehen.

Ein umfassenderes Verständnis der Rolle der EF im Kontext Hochbegabung erfordert es, den Blick gezielt zu erweitern. Ergänzende Konstrukte wie Motivation, Selbstwirksamkeit sowie der Blick auf die „heißen“ und „kühlen“ EF können wertvolle Anknüpfungspunkte bieten. Auch verwandte Konzepte wie Selbstregulation und selbstreguliertes Lernen sind in diesem Zusammenhang bedeutsam und könnten neue Perspektiven und Ableitungen für Diagnostik, Förderung sowie Beratung liefern.

Um das volle Potenzial der EF entfalten zu können, bedarf es einer ganzheitlichen Sichtweise, die kognitive, emotionale und soziale Dimensionen gleichermaßen einbezieht. Dies erscheint dabei nicht nur theoretisch sinnvoll, sondern auch praktisch bedeutsam. Weitere Forschung ist notwendig, um diese Zusammenhänge besser zu verstehen, in anwendungsbezogene Konzepte zu überführen und letztendlich individuelle Entwicklungspotenziale zu stärken.

## 8. Literatur

- Ackerman, P. L., Beier, M. E. & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: the same or different constructs? *Psychological Bulletin*, 131(1), 30–60. 10.1037/0033-2909.131.1.30
- Aghajani, H., Garbey, M. & Omurtag, A. (2017). Measuring mental workload with EEG+ fNIRS. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 359. 10.3389/fnhum.2017.00359
- Ahmed, S. F., Tang, S., Waters, N. E. & Davis-Kean, P. (2019). Executive function and academic achievement: longitudinal relations from early childhood to adolescence. *Journal of Educational Psychology*, 111(3), 446–458. 10.1037/edu0000296
- Al-Hmouz, H. & Abu-Hamour, B. (2017). Do executive functions differentiate gifted children, children at risk of LDs, and average children? *International Journal of Special Education*, 32(1), 88–115.
- Allan, N. P. & Lonigan, C. J. (2011). Examining the dimensionality of effortful control in preschool children and its relation to academic and socio-emotional indicators. *Developmental Psychology*, 47(4), 905–915. 10.1037/a0023748
- Alloway, T. P. & Alloway, R. G. (2013). Working memory across the lifespan: a cross-sectional approach. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(1), 84–93. 10.1080/20445911.2012.748027
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71–82. 10.1076/chin.8.2.71.8724
- Anderson, P. & Reidy, N. (2012). Assessing executive function in preschoolers. *Neuropsychology Review*, 22(4), 345–360. 10.1007/s11065-012-9220-3
- Anderson, V. A., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R. & Catroppa, C. (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385–406. 10.1207/S15326942DN2001\_5
- Anthony, C. J. & Ogg, J. (2020). Executive function, learning-related behaviors, and science growth from kindergarten to fourth grade. *Journal of Educational Psychology*, 112(8), 1563–1581. 10.1037/edu0000447
- Ardila, A., Pineda, D. & Rosselli, M. (2000). Correlation between intelligence test scores and executive function measures. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15(1), 31–36. 10.1016/S0887-6177(98)00159-0
- Arffa, S. (2007). The relationship of intelligence to executive function and non-executive function measures in a sample of average, above average, and gifted youth. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(8), 969–978. 10.1016/j.acn.2007.08.001
- Assari, S., Boyce, S., Bazargan, M. & Caldwell, C. H. (2020). Sex differences in the association between household income and children's executive function. *Sexes*, 1(1), 19–31. 10.3390/sexes1010002
- Aubry, A. & Bourdin, B. (2021). Alerting, orienting, and executive control in intellectually gifted children. *Brain and Behavior*, 11(8), e02148. 10.1002/brb3.2148
- Aubry, A., Gonthier, C. & Bourdin, B. (2021). Explaining the high working memory capacity of gifted children: contributions of processing skills and executive control. *Acta Psychologica*, 218, 103358. 10.1016/j.actpsy.2021.103358
- Baddeley, A. D. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556–559. 10.1126/science.1736359
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Hrsg.), *The Psychology of Learning and Motivation: Volume 8* (S. 47–89). New York: Academic Press.
- Baggetta, P. & Alexander, P. A. (2016). Conceptualization and operationalization of executive function. *Mind, Brain, and Education*, 10(1), 10–33. 10.1111/mbe.12100
- Bakaeva, I. & Valuiskeya, L. (2019). Features of school-based anxiety of intellectually gifted adolescents in the modern educational system. *SHS Web of Conferences*, 70, 08004. 10.1051/shsconf/20197008004

- Banich, M. T. (2009). Executive function: the search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89–94. 10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x
- Barnett, M. A. (2008). Economic disadvantage in complex family systems: expansion of family stress models. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 11(3), 145–161. 10.1007/s10567-008-0034-z
- Bascandziev, I., Powell, L. J., Harris, P. L. & Carey, S. (2016). A role for executive functions in explanatory understanding of the physical world. *Cognitive Development*, 39, 71–85. 10.1016/j.cogdev.2016.04.001
- Baumeister, R. F., DeWall, C. N., Ciarocco, N. J. & Twenge, J. M. (2005). Social exclusion impairs self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 88(4), 589–604. 10.1037/0022-3514.88.4.589
- Beaver, K. M., Wright, J. P. & Delisi, M. (2007). Self-control as an executive function: reformulating Gottfredson and Hirschi's parental socialization thesis. *Criminal Justice and Behavior*, 34(10), 1345–1361. 10.1177/0093854807302049
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H. & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1-3), 7–15. 10.1016/0010-0277(94)90018-3
- Bechara, A., Dolan, S., Denburg, N., Hindes, A., Anderson, S. W. & Nathan, P. E. (2001). Decision-making deficits, linked to a dysfunctional ventromedial prefrontal cortex, revealed in alcohol and stimulant abusers. *Neuropsychologia*, 39(4), 376–389. 10.1016/s0028-3932(00)00136-6
- Benedek, M., Jauk, E., Sommer, M., Arendasy, M. & Neubauer, A. C. (2014). Intelligence, creativity, and cognitive control: the common and differential involvement of executive functions in intelligence and creativity. *Intelligence*, 46, 73–83. 10.1016/j.intell.2014.05.007
- Benzing, V., Schmidt, M., Jäger, K., Egger, F., Conzelmann, A. & Roebbers, C. M. (2019). A classroom intervention to improve executive functions in late primary school children: too 'old' for improvements? *British Journal of Educational Psychology*, 89(2), 225–238. 10.1111/bjep.12232
- Bergman Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K. & Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental Science*, 14(3), 591–601. 10.1111/j.1467-7687.2010.01022.x
- Berninger, V., Abbott, R., Cook, C. & Nagy, W. (2017). Relationships of attention and executive functions to oral language, reading, and writing skills and systems in middle childhood and early adolescence. *Journal of Learning Disabilities*, 50(4), 434–449. 10.1177/0022219415617167
- Berry, D., Blair, C., Willoughby, M., Garrett-Peters, P., Vernon-Feagans, L., Mills-Koonce, W. R. et al. (2016). Household chaos and children's cognitive and socio-emotional development in early childhood: does childcare play a buffering role? *Early Childhood Research Quarterly*, 34, 115–127. 10.1016/j.ecresq.2015.09.003
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331–351. 10.1016/j.dr.2010.08.001
- Best, J. R., Miller, P. H. & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180–200. 10.1016/j.dr.2009.05.002
- 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), 327–336. 10.1016/j.lindif.2011.01.007
- Betz, T. (2008). *Ungleiche Kindheiten: Theoretische und empirische Analysen zur Sozialberichterstattung über Kinder*. Weinheim: Juventa.
- Bialystok, E. (2011). Coordination of executive functions in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110(3), 461–468. 10.1016/j.jecp.2011.05.005
- Binet, A. & Simon, T. (1916). *The development of intelligence in children (The Binet-Simon Scale)* (E. S. Kite, Trans.). Baltimore: Williams & Wilkins.
- Blair, C. (2010). Stress and the development of self-regulation in context. *Child Development Perspectives*, 4(3), 181–188. 10.1111/j.1750-8606.2010.00145.x

- Blair, C. (2016a). Developmental science and executive function. *Current Directions in Psychological Science*, 25(1), 3–7. 10.1177/0963721415622634
- Blair, C. (2016b). Executive function and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 102–107. 10.1016/j.cobeha.2016.05.009
- Blair, C. (2017). Educating executive function. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 8(1–2), e1403. 10.1002/wcs.1403
- Blair, C. & Raver, C. C. (2012). Child development in the context of adversity: experiential canalization of brain and behavior. *American Psychologist*, 67(4), 309–318. 10.1037/a0027493
- Blair, C. & Raver, C. C. (2015). School readiness and self-regulation: a developmental psychobiological approach. *Annual Review of Psychology*, 66, 711–731. 10.1146/annurev-psych-010814-015221
- Blair, C. & Raver, C. C. (2016). Poverty, stress, and brain development: new directions for prevention and intervention. *Academic Pediatrics*, 16(3), S30–S36. 10.1016/j.acap.2016.01.010
- Blair, C. & Ursache, A. (2011). A bidirectional model of executive functions and self-regulation. In K. D. Vohs & R. F. Baumeister (Hrsg.), *Handbook of self-regulation: research, theory, and applications* (2. Aufl., S. 300–320). New York: The Guilford Press.
- Boelema, S. R., Harakeh, Z., Ormel, J., Hartman, C. A., Vollebergh, W. A. M. & van Zandvoort, M. J. E. (2014). Executive functioning shows differential maturation from early to late adolescence: longitudinal findings from a TRAILS study. *Neuropsychology*, 28(2), 177–187. 10.1037/neu0000049
- Boring, E. G. (1923). Intelligence as the tests test it. *New Republic*, 36, 35–37.
- Brace, J. J., Morton, J. B. & Munakata, Y. (2006). When actions speak louder than words: improving children's flexibility in a card-sorting task. *Psychological Science*, 17(8), 665–669. 10.1111/j.1467-9280.2006.01763.x
- Bradley, R. H. & Corwyn, R. F. (2002). Socioeconomic status and child development. *Annual Review of Psychology*, 53, 371–399. 10.1146/annurev.psych.53.100901.135233
- Brandt, A., Bondü, R. & Elsner, B. (2024). Profiles of executive functions in middle childhood and prediction of later self-regulation. *Frontiers in Psychology*, 15, 1379126. 10.3389/fpsyg.2024.1379126
- Brocki, K. C. & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571–593. 10.1207/s15326942dn2602\_3
- Bronfenbrenner, U. (1978). The social role of the child in ecological perspective / Die soziale Rolle des Kindes in ökologischer Perspektive. *Zeitschrift für Soziologie*, 7(1), 4–20. 10.1515/zfsoz-1978-0101
- Bruner, J. (1985). Vygotsky: a historical and conceptual perspective. In J. V. Wertsch (Hrsg.), *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives* (S. 21–34). Cambridge: Cambridge University Press.
- Brydges, C. R., Fox, A. M., Reid, C. L. & Anderson, M. (2014). The differentiation of executive functions in middle and late childhood: a longitudinal latent-variable analysis. *Intelligence*, 47, 34–43. 10.1016/j.intell.2014.08.010
- Bucaille, A., Jarry, C., Allard, J., Brochard, S., Peudenier, S. & Roy, A. (2022). Neuropsychological profile of intellectually gifted children: a systematic review. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 28(4), 424–440. 10.1017/S1355617721000515
- Bucaille, A., Jarry, C., Allard, J., Brosseau-Beauvir, A., Ropars, J., Brochard, S. et al. (2023). Intelligence and executive functions: a comprehensive assessment of intellectually gifted children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 38(7), 1035–1046. 10.1093/arclin/acad021
- Bull, R. & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36–41. 10.1111/cdep.12059
- Burgess, P. W. & Shallice, T. (1996). Response suppression, initiation and strategy use following frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 34(4), 263–272. 10.1016/0028-3932(95)00104-2

- Burgess, P. W. & Simons, J. S. (2005). Theories of frontal lobe executive function: clinical applications. In P. W. Halligan & D. T. Wade (Hrsg.), *The effectiveness of rehabilitation for cognitive deficits* (S. 211–232). Oxford: Oxford University Press.
- Busch, J., Kohl, K. & Leyendecker, B. (2020). Erziehung und Migration? Unterstützung des Bildungserfolgs neuzugewanderter Kinder in Kita und Grundschule. In P. Genkova & A. Riecken (Hrsg.), *Handbuch Migration und Erfolg* (S. 297–311). Wiesbaden: Springer.
- Buttelmann, F. & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in Psychology*, 8, 1040. 10.3389/fpsyg.2017.01040
- Caporaso, J. S., Boseovski, J. J. & Marcovitch, S. (2019). The individual contributions of three executive function components to preschool social competence. *Infant and Child Development*, 28(4), e2132. 10.1002/icd.2132
- Carlson, S. M. (2003). Executive function in context: development, measurement, theory and experience. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 68(3), 138–151. 10.1111/j.1540-5834.2003.06803012.x
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616. 10.1207/s15326942dn2802\_3
- Carlson, S. M., Davis, A. C. & Leach, J. G. (2005). Less is more: executive function and symbolic representation in preschool children. *Psychological Science*, 16(8), 609–616. 10.1111/j.1467-9280.2005.01583.x
- Carlson, S. M. & Meltzoff, A. N. (2008). Bilingual experience and executive functioning in young children. *Developmental Science*, 11(2), 282–298. 10.1111/j.1467-7687.2008.00675.x
- Carlson, S. M. & Moses, L. J. (2001). Individual differences in inhibitory control and children's theory of mind. *Child Development*, 72(4), 1032–1053. 10.1111/1467-8624.00333
- Casey, B. J., Somerville, L. H., Gotlib, I. H., Ayduk, O., Franklin, N. T., Askren, M. K. et al. (2011). Behavioral and neural correlates of delay of gratification 40 years later. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(36), 14998–15003. 10.1073/pnas.1108561108
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: a critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1–22. 10.1037/h0046743
- Chaddock, L., Hillman, C. H., Buck, S. M. & Cohen, N. J. (2011). Aerobic fitness and executive control of relational memory in preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(2), 344–349. 10.1249/MSS.0b013e3181e9af48
- Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T. & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201–216. 10.1016/j.acn.2007.08.010
- Cheng, W., Huang, Q., Chen, Y., Dai, W., Cui, L., Shan, S. et al. (2021). Parsing the neural mechanisms of short-term and long-term associations in the flanker tasks: an ERP analysis. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 15, 626907. 10.3389/fnbeh.2021.626907
- Clark, C. A. C., Sheffield, T. D., Chevalier, N., Nelson, J. M., Wiebe, S. A. & Espy, K. A. (2013a). Charting early trajectories of executive control with the Shape School. *Developmental Psychology*, 49(8), 1481–1493. 10.1037/a0030578
- Clark, C. A. C., Sheffield, T. D., Wiebe, S. A. & Espy, K. A. (2013b). Longitudinal associations between executive control and developing mathematical competence in preschool boys and girls. *Child Development*, 84(2), 662–677. 10.1111/j.1467-8624.2012.01854.x
- Coleman, L. J. & Cross, T. L. (2000). Social-emotional development and the personal experience of giftedness. In K. A. Heller, F. J. Mönks, R. J. Sternberg & R. F. Subotnik (Hrsg.), *International handbook of giftedness and talent* (2. Aufl., S. 203–212). Kidlington: Elsevier.
- Coley, R. L., Lynch, A. D. & Kull, M. (2015). Early exposure to environmental chaos and children's physical and mental health. *Early Childhood Research Quarterly*, 32, 94–104. 10.1016/j.ecresq.2015.03.001

- Collette, F., Van der Linden, M., Laureys, S., Delfiore, G., Degueldre, C., Luxen, A. et al. (2005). Exploring the unity and diversity of the neural substrates of executive functioning. *Human Brain Mapping*, 25(4), 409–423. 10.1002/hbm.20118
- Conger, R. D., Conger, K. J. & Martin, M. J. (2010). Socioeconomic status, family processes, and individual development. *Journal of Marriage and Family*, 72(3), 685–704. 10.1111/j.1741-3737.2010.00725.x
- Conger, R. D. & Donnellan, M. B. (2007). An interactionist perspective on the socioeconomic context of human development. *Annual Review of Psychology*, 58, 175–199. 10.1146/annurev.psych.58.110405.085551
- Conklin, H. M., Luciana, M., Hooper, C. J. & Yarger, R. S. (2007). Working memory performance in typically developing children and adolescents: behavioral evidence of protracted frontal lobe development. *Developmental Neuropsychology*, 31(1), 103–128. Verfügbar unter: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87565640709336889>
- Conway, A. R. A., Getz, S. J., Macnamara, B. & Engel de Abreu, P. M. J. (2011). Working memory and intelligence. In R. J. Sternberg & S. B. Kaufmann (Hrsg.), *The cambridge handbook of intelligence* (S. 394–418). Cambridge: Cambridge University Press.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J. & Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7 (12), 547–552. 10.1016/j.tics.2003.10.005
- Coplan, R. J. & Arbeau, K. A. (2009). Peer interactions and play in early childhood. In K. H. Rubin, W. M. Bukowski & B. Laursen (Hrsg.), *Handbook of peer interactions, relationships, and groups* (S. 143–161). New York: The Guilford Press.
- Cragg, L. & Chevalier, N. (2012). The processes underlying flexibility in childhood. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(2), 209–232. 10.1080/17470210903204618
- Cragg, L. & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: the role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(2), 63–68. 10.1016/j.tine.2013.12.001
- Crivello, C., Kuzyk, O., Rodrigues, M., Friend, M., Zesiger, P. & Poulin-Dubois, D. (2016). The effects of bilingual growth on toddlers' executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 141, 121–132. 10.1016/j.jecp.2015.08.004
- Cross, D. R. & Paris, S. G. (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 131–142. 10.1037/0022-0663.80.2.131
- Crouzevialle, M., Smeding, A. & Butera, F. (2015). Striving for excellence sometimes hinders high achievers: performance-approach goals deplete arithmetical performance in students with high working memory capacity. *PLoS ONE*, 10(9), e0137629. 10.1371/journal.pone.0137629
- Daseking, M. & Petermann, F. (2013). *BRIEF-P – Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktionen für das Kindergartenalter. Deutschsprachige Adaptation des Behavior Rating Inventory of Executive Function – Preschool Version (BRIEF-P) von G. A. Gioia, K. A. Espy und P. K. Isquith*. Bern: Huber.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C. & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037–2078. 10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006
- Degé, F., Kubicek, C. & Schwarzer, G. (2011). Music lessons and intelligence: a relation mediated by executive functions. *Music Perception*, 29(2), 195–201. 10.1525/mp.2011.29.2.195
- Denham, S. A., Warren-Khot, H. K., Bassett, H. H., Wyatt, T. & Perna, A. (2012). Factor structure of self-regulation in preschoolers: testing models of a field-based assessment for predicting early school readiness. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111(3), 386–404. 10.1016/j.jecp.2011.10.002
- Desvaux, T., Danna, J., Velay, J.-L. & Frey, A. (2024). From gifted to high potential and twice exceptional: a state-of-the-art meta-review. *Applied Neuropsychology: Child*, 13(2), 165–179. 10.1080/21622965.2023.2252950

- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: cognitive functions, anatomy, and biochemistry. In D. T. Stuss & R. T. Knight (Hrsg.), *Principles of frontal lobe function* (S. 466–503). Oxford: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2009). All or none hypothesis: a global-default mode that characterizes the brain and mind. *Developmental Psychology*, 45(1), 130–138. 10.1037/a0014025
- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335–341. 10.1177/0963721412453722
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Diamond, A. (2016). Why improving and assessing executive functions early in life is critical. In J. A. Griffin, P. McCardle & L. S. Freund (Hrsg.), *Executive function in preschool-age children: integrating measurement, neurodevelopment, and translational research* (S. 11–43). Washington, DC: American Psychological Association.
- Diamond, A. (2020). Executive functions. In A. Gallagher, C. Bulteau, D. Cohen & J. L. Michaud (Hrsg.), *Handbook of clinical neurology* (Bd. 173, S. 225–240). Amsterdam: Elsevier.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J. & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318(5855), 1387–1388. 10.1126/science.1151148
- Diamond, A. & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science*, 333(6045), 959–964. 10.1126/science.1204529
- Diamond, A. & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34–48. 10.1016/j.dcn.2015.11.005
- Diamond, A. & Ling, D. S. (2020). Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory. In J. M. Novick, M. F. Bunting, M. R. Dougherty & R. W. Engle (Hrsg.), *Cognitive and working memory training: perspectives from psychology, neuroscience, and human development* (S. 143–431). New York: Oxford University Press.
- Diamond, A. & Taylor, C. (1996). Development of an aspect of executive control: development of the abilities to remember what I said and to „Do as I say, not as I do“. *Developmental Psychobiology*, 29(4), 315–334. 10.1002/(sici)1098-2302(199605)29:4<315::Aid-dev2>3.0.Co;2-t
- Dias, N. M. & Seabra, A. G. (2015). The promotion of executive functioning in a Brazilian public school: a pilot study. *The Spanish Journal of Psychology*, 18, E8. 10.1017/sjp.2015.4
- Dilworth-Bart, J. E. (2012). Does executive function mediate SES and home quality associations with academic readiness? *Early Childhood Research Quarterly*, 27(3), 416–425. 10.1016/j.ecresq.2012.02.002
- Doebel, S. & Zelazo, P. D. (2015). A meta-analysis of the Dimensional Change Card Sort: implications for developmental theories and the measurement of executive function in children. *Developmental Review*, 38, 241–268. 10.1016/j.dr.2015.09.001
- Drechsler, R. (2007). Exekutive Funktionen: Übersicht und Taxonomie. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 18(3), 233–248. 10.1024/1016-264X.18.3.233
- Drechsler, R. & Steinhausen, H.-C. (2013). *BRIEF – Verhaltensinventar zur Beurteilung exekutiver Funktion. Deutschsprachige Adaptation des Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF) von G. A. Gioia, P. K. Isquith, S. C. Guy und L. Kenworthy und der Self-Report Version (BRIEF-SR) von S. C. Guy, P. K. Isquith und G. A. Gioia*. Bern: Huber.
- Dumont, É., Castellanos-Ryan, N., Parent, S., Jacques, S., Séguin, J. R. & Zelazo, P. D. (2022). Transactional longitudinal relations between accuracy and reaction time on a measure of cognitive flexibility at 5, 6, and 7 years of age. *Developmental Science*, 25(5), e13254. 10.1111/desc.13254

- Dumontheil, I., Burgess, P. W. & Blakemore, S.-J. (2008). Development of rostral prefrontal cortex and cognitive and behavioural disorders. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(3), 168–181. 10.1111/j.1469-8749.2008.02026.x
- Eisenberg, N. (2012). Temperamental effortful control (self-regulation). In R. E. Tremblay, M. Boivin & R. Peters (Hrsg.), *Encyclopedia on early childhood development* (S. 1–5). Montreal: Centre of Excellence for Early Childhood Development. Verfügbar unter: <https://www.child-encyclopedia.com/pdf/expert/temperament/according-experts/temperamental-effortful-control-self-regulation>
- Eisenberg, N., Smith, C. L. & Spinrad, T. (2004). Effortful control: relations with emotion regulation, adjustment and socialization in childhood. In R. F. Baumeister & K. D. Vohs (Hrsg.), *Handbook of self-regulation: research, theory, and application* (2. Aufl., S. 263–283). New York: The Guilford Press.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406. 10.1037/0033-295X.100.3.363
- Ericsson, K. A., Nandagopal, K. & Roring, R. W. (2009). Toward a science of exceptional achievement: attaining superior performance through deliberate practice. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1172(1), 199–217. 10.1196/annals.1393.001
- Ericsson, K. A. & Towne, T. J. (2010). Expertise. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(3), 404–416. 10.1002/wcs.47
- Eriksen, B. A. & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143–149. 10.3758/BF03203267
- Eschenbeck, H. & Lohaus, A. (2022). Bedeutung von Peerbeziehungen im Zusammenhang mit der Entwicklung von Gesundheit und Wohlbefinden von Jugendlichen. In A. Heinen, R. Samuel, C. Vögele & H. Willems (Hrsg.), *Wohlbefinden und Gesundheit im Jugendalter: Theoretische Perspektiven, empirische Befunde und Praxisansätze* (S. 101–128). Wiesbaden: Springer VS.
- Espinet, S. D., Anderson, J. E. & Zelazo, P. D. (2013). Reflection training improves executive function in preschool-age children: behavioral and neural effects. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 4, 3–15. 10.1016/j.dcn.2012.11.009
- Espy, K. A. (1997). The Shape School: assessing executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 13 (4), 495–499. 10.1080/87565649709540690
- Evers, W. F. (2019). *Entwicklung und Struktur der Exekutiven Funktionen im Vorschulalter*. Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg. 10.11588/heidok.00027306.
- Evers, W. F. (2022). *Der Frust der Unterforderung und die Rolle der Exekutiven Funktionen*. Frankfurt am Main: Karg-Stiftung. Verfügbar unter: <https://www.fachportal-hochbegabung.de/oid/10091/>
- Evers, W. F. (2024). *Stress als Dämpfer für die kognitive Entwicklung und die Entfaltung von Begabung*. Frankfurt am Main: Karg-Stiftung. Verfügbar unter: <https://www.fachportal-hochbegabung.de/oid/10152/>
- Evers, W. F., Pauen, S., Rittelmeyer, C. & Walk, L. M. (2018). Bedeutung exekutiver funktionen in der frühen MINT-Bildung und kulturellen Bildung. Unveröffentlichte Expertise im Auftrag der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ und Stiftung Mercator.
- Faber Taylor, A. & Kuo, F. E. (2009). Children with attention deficits concentrate better after a walk in the park. *Journal of Attention Disorders*, 12(5), 402–409. 10.1177/1087054708323000
- Fernández García, L., Merchán, A., Phillips-Silver, J. & Daza González, M. T. (2021). Neuropsychological development of cool and hot executive functions between 6 and 12 years of age: a systematic review. *Frontiers in Psychology*, 12, 687337. 10.3389/fpsyg.2021.687337
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911. 10.1037/0003-066X.34.10.906
- Flook, L., Smalley, S. L., Kitil, M. J., Galla, B. M., Kaiser-Greenland, S., Locke, J. et al. (2010). Effects of mindful awareness practices on executive functions in elementary school children. *Journal of Applied School Psychology*, 26(1), 70–95. 10.1080/15377900903379125

- Floyd, R. G., Bergeron, R., Hamilton, G. & Parra, G. R. (2010). How do executive functions fit with the Cattell–Horn–Carroll model? Some evidence from a joint factor analysis of the Delis–Kaplan Executive Function System and the Woodcock–Johnson III tests of cognitive abilities. *Psychology in the Schools*, 47(7), 721–738. 10.1002/pits.20500
- Follmer, D. J. & Sperling, R. A. (2016). The mediating role of metacognition in the relationship between executive function and self-regulated learning. *British Journal of Educational Psychology*, 86(4), 559–575. 10.1111/bjep.12123
- Fong, C. J., Patall, E. A., Snyder, K. E., Hoff, M. A., Jones, S. J. & Zuniga-Ortega, R. E. (2023). Academic underachievement and its motivational and self-regulated learning correlates: a meta-analytic review of 80 years of research. *Educational Research Review*, 41, 100566. 10.1016/j.edurev.2023.100566
- Friedman, N. P. & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186–204. 10.1016/j.cortex.2016.04.023
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C. & Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological Science*, 17(2), 172–179. 10.1111/j.1467-9280.2006.01681.x
- Fuchs, L. S., Malone, A. S., Schumacher, R. F., Namkung, J., Hamlett, C. L., Jordan, N. C. et al. (2016). Supported self-explaining during fraction intervention. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 493–508. 10.1037/edu0000073.supp
- Fuster, J. M. (2001). The prefrontal cortex - an update: time is of the essence. *Neuron*, 30(2), 319–333. 10.1016/s0896-6273(01)00285-9
- Gaillard, A., Fehring, D. J. & Rossell, S. L. (2021). Sex differences in executive control: a systematic review of functional neuroimaging studies. *European Journal of Neuroscience*, 53(8), 2592–2611. 10.1111/ejn.15107
- Garon, N., Bryson, S. E. & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31–60. 10.1037/0033-2909.134.1.31
- Garon, N., Piccinin, C. & Smith, I. M. (2016). Does the BRIEF-P predict specific executive function components in preschoolers? *Applied Neuropsychology: Child*, 5(2), 110–118. 10.1080/21622965.2014.1002923
- Garon, N., Smith, I. M. & Bryson, S. E. (2014). A novel executive function battery for preschoolers: sensitivity to age differences. *Child Neuropsychology*, 20(6), 713–736. 10.1080/09297049.2013.857650
- Garrett, H. E. (1946). A developmental theory of intelligence. *American Psychologist*, 1(9), 372–378. 10.1037/h0056380
- Gauck, L. & Reimann, G. (2021). Psychologische Diagnostik in der Begabungs- und Begabtenförderung. In V. Müller-Oppliger & G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch Begabung* (S. 239–251). Weinheim: Beltz.
- Gentile, A., Boca, S., Şahin, F. N., Güler, Ö., Pajaujiene, S., Indriuniene, V. et al. (2020). The effect of an enriched sport program on children’s executive functions: the ESA Program. *Frontiers in Psychology*, 11, 657. 10.3389/fpsyg.2020.00657
- Gioia, G. A., Espy, K. A. & Isquith, P. K. (2003). *Behavior Rating Inventory of Executive Functions-Preschool Version (BRIEF-P)*. Lutz: Psychological Assessment Resources.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., Guy, S. C. & Kenworthy, L. (2000). *The Behavior Rating Inventory of Executive Function*. Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Giovannoli, J., Martella, D., Federico, F., Pirchio, S. & Casagrande, M. (2020). The impact of bilingualism on executive functions in children and adolescents: a systematic review based on the PRISMA method. *Frontiers in Psychology*, 11, 574789. 10.3389/fpsyg.2020.574789
- Gómez León, M. I. (2020). Development of giftedness during early childhood. *Papeles de Psicólogo / Psychologist Papers*, 41(2), 147–158. 10.23923/pap.psicol2020.2930
- Grabner, R. H. & Meier, M. A. (2021). Die Entwicklung von Expertise. In V. Müller-Oppliger & G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch Begabung* (S. 149–167). Weinheim: Beltz.

- Grace, S. L., Evindar, A. & Stewart, D. E. (2003). The effect of postpartum depression on child cognitive development and behavior: a review and critical analysis of the literature. *Archives of Women's Mental Health*, 6, 263–274. 10.1007/s00737-003-0024-6
- Graham, S., Harris, K. R. & Olinghouse, N. (2007). Addressing executive function problems in writing. In L. Meltzer (Hrsg.), *Executive function in education: From theory to practice* (S. 216–236). New York: Guilford Press.
- Grob, A. & Hagemann-von Arx, P. (2018). *IDS-2 – Intelligenz- und Entwicklungsskalen für Kinder und Jugendliche*. Göttingen: Hogrefe.
- Gunzenhauser, C. & von Suchodoletz, A. (2015). Boys might catch up, family influences continue: influences on behavioral self-regulation in children from an affluent region in Germany before school entry. *Early Education and Development*, 26(5-6), 645–662. 10.1080/10409289.2015.1012188
- Gur, R. C., Richard, J., Calkins, M. E., Chiavacci, R., Hansen, J. A., Bilker, W. B. et al. (2012). Age group and sex differences in performance on a computerized neurocognitive battery in children age 8-21. *Neuropsychology*, 26(2), 251–265. 10.1037/a0026712
- Guy, S. C., Isquith, P. K. & Gioia, G. A. (2004). *Behavior Rating Inventory of Executive Function – Self-Report version*. Lutz: Psychological Assessment Resources.
- Hackman, D. A. & Farah, M. J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(2), 65–73. 10.1016/j.tics.2008.11.003
- Hackman, D. A., Gallop, R., Evans, G. W. & Farah, M. J. (2015). Socioeconomic status and executive function: developmental trajectories and mediation. *Developmental Science*, 18(5), 686–702. 10.1111/desc.12246
- Hagemann-von Arx, P. & Möhring, W. (2024). Exekutive Funktionen bei Kindern: Kognitive Trainingsprogramme unter der Lupe. *Lernen und Lernstörungen*, 13(1), 23–28. 10.1024/2235-0977/a000426
- Hanson, J. L., Hair, N., Shen, D. G., Shi, F., Gilmore, J. H., Wolfe, B. L. et al. (2013). Family poverty affects the rate of human infant brain growth. *PLoS ONE*, 8(12), e80954. 10.1371/journal.pone.0080954
- Hart, B. & Risley, T. R. (1995). *Meaningful differences in the everyday experience of young American children*. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing.
- Hartung, J., Engelhardt, L. E., Thibodeaux, M. L., Harden, K. P. & Tucker-Drob, E. M. (2020). Developmental transformations in the structure of executive functions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 189, 104681. 10.1016/j.jecp.2019.104681
- Hasselhorn, M., Schumann-Hengsteler, R., Gronauer, J., Grube, D., Mähler, C., Schmid, I. et al. (2012). *AGTB 5-12 – Arbeitsgedächtnisbatterie für Kinder von 5-12 Jahren*. Göttingen: Hogrefe.
- Hennessey, M. G. (1999, März). *Probing the dimensions of metacognition: Implications for conceptual change teaching-learning*. Paper präsentiert auf dem Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Boston.
- Henry, L. A., Messer, D. J. & Nash, G. (2012). Executive functioning in children with specific language impairment. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 53(1), 37–45. 10.1111/j.1469-7610.2011.02430.x
- Hildebrandt, A., Lüdtke, O., Robitzsch, A., Sommer, C. & Wilhelm, O. (2016). Exploring factor model parameters across continuous variables with local structural equation models. *Multivariate Behavioral Research*, 51(2-3), 257–258. 10.1080/00273171.2016.1142856
- Hill, M. S. & Wagovich, S. A. (2020). Word learning from context in school-age children: relations with language ability and executive function. *Journal of Child Language*, 47(5), 1006–1029. 10.1017/S0305000919000989
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R. et al. (2014). Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics*, 134(4), e1063–e1071. 10.1542/peds.2013-3219

- Hilscher, E. (2022). *Fonctions exécutives et haut potentiel intellectuel chez l'enfant, l'adolescent et le jeune adulte*. Dissertation, Université Paris Cité. Verfügbar unter: [https://theses.hal.science/tel-04297930/file/va\\_Hilscher\\_Emma.pdf](https://theses.hal.science/tel-04297930/file/va_Hilscher_Emma.pdf)
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J. & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(3), 174–180. 10.1016/j.tics.2012.01.006
- Holmes, C. J., Kim-Spoon, J. & Deater-Deckard, K. (2016). Linking executive function and peer problems from early childhood through middle adolescence. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 44(1), 31–42. 10.1007/s10802-015-0044-5
- Hongwanishkul, D., Happaney, K. R., Lee, W. S. C. & Zelazo, P. D. (2005). Assessment of hot and cool executive function in young children: age-related changes and individual differences. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 617–644. 10.1207/s15326942dn2802\_4
- Howard, S. J. & Vasseleu, E. (2020). Self-regulation and executive function longitudinally predict advanced learning in preschool. *Frontiers in Psychology*, 11, 49. 10.3389/fpsyg.2020.00049
- Hughes, C. (1998). Executive function in preschoolers: links with theory of mind and verbal ability. *British Journal of Developmental Psychology*, 16(2), 233–253. 10.1111/j.2044-835X.1998.tb00921.x
- Hughes, C., Roman, G., Hart, M. J. & Ensor, R. (2013). Does maternal depression predict young children's executive function? – A 4-year longitudinal study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(2), 169–177. 10.1111/jcpp.12014
- Huizinga, M., Dolan, C. V. & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017–2036. 10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010
- Hülür, G., Wilhelm, O. & Robitzsch, A. (2011). Intelligence differentiation in early childhood. *Journal of Individual Differences*, 32(3), 170–179. 10.1027/1614-0001/a000049
- Hung, T.-M., Tsai, C.-L., Chen, F.-T., Wang, C.-C. & Chang, Y.-K. (2013). The immediate and sustained effects of acute exercise on planning aspect of executive function. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(5), 728–736. 10.1016/j.psychsport.2013.05.004
- Igazság, B., Demetrovics, Z. & Cserjési, R. (2019). The developmental trajectory of executive functions and their stress sensitivity in adolescence. *Psychiatria Hungarica*, 34(3), 300–310.
- Isquith, P. K., Gioia, G. A. & Espy, K. A. (2004). Executive function in preschool children: examination through everyday behavior. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 403–422. 10.1207/s15326942dn2601\_3
- Jacobson, L. A., Williford, A. P. & Pianta, R. C. (2011). The role of executive function in children's competent adjustment to middle school. *Child Neuropsychology*, 17(3), 255–280. 10.1080/09297049.2010.535654
- Jacques, S. & Zelazo, P. D. (2001). The Flexible Item Selection Task (FIST): a measure of executive function in preschoolers. *Developmental Neuropsychology*, 20(3), 573–591. 10.1207/S15326942DN2003\_2
- Jewsbury, P. A., Bowden, S. C. & Strauss, M. E. (2016). Integrating the switching, inhibition, and updating model of executive function with the Cattell-Horn-Carroll model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 145(2), 220–245. 10.1037/xge0000119
- Johnson, J., Im-Bolter, N. & Pascual-Leone, J. (2003). Development of mental attention in gifted and mainstream children: the role of mental capacity, inhibition, and speed of processing. *Child Development*, 74(6), 1594–1614. 10.1046/j.1467-8624.2003.00626.x
- Jurado, M. B. & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: a review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213–233. 10.1007/s11065-007-9040-z
- Juric, L. C., Richards, M. M., Introzzi, I., Andrés, M. L. & Urquijo, S. (2013). Development patterns of executive functions in children. *The Spanish Journal of Psychology*, 16(E41). 10.1017/sjp.2013.44

- Karadağ, F. & Yıldız-Demirtaş, V. (2022). Working memory based early intervention program for gifted preschoolers: an effectiveness study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 10(1), 121–135. 10.17478/jegys.1088559
- Karbach, J. & Kray, J. (2021). Executive function training. In T. Strobach & J. Karbach (Hrsg.), *Cognitive Training* (2. Aufl., S. 199–212). Cham: Springer.
- Karoly, P. (1993). Mechanisms of self-regulation: a systems view. *Annual Review of Psychology*, 44, 23–52. 10.1146/annurev.ps.44.020193.000323
- Karr, J. E., Areshenkoff, C. N., Rast, P., Hofer, S. M., Iverson, G. L. & Garcia-Barrera, M. A. (2018). The unity and diversity of executive functions: a systematic review and re-analysis of latent variable studies. *Psychological Bulletin*, 144(11), 1147–1185. 10.1037/bul0000160
- Kempert, S. & Hardy, I. (2012). Effekte von früherer Zweisprachigkeit auf das deduktive Schließen im Grundschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 44(1), 27–39. 10.1026/0049-8637/a000060
- Kerner auch Koerner, J., Daseking, M. & Gawrilow, C. (2022). Eine Längsschnittstudie zur Vorhersage von ADHS-Symptomen und Schulleistungen in der 1. Klasse durch exekutive Funktionen im Vorschulalter. *Kindheit und Entwicklung*, 31(3), 144–154. 10.1026/0942-5403/a000383
- Kipman, U., Kohlböck, G. & Weiglun, W. (2012). *Psychologische Testverfahren zur Messung intellektueller Begabung*. Salzburg: Österreichisches Zentrum für Begabtenförderung und Begabungsforschung.
- Kirkham, N. Z., Cruess, L. & Diamond, A. (2003). Helping children apply their knowledge to their behavior on a dimension-switching task. *Developmental Science*, 6(5), 449–467. 10.1111/1467-7687.00300
- Klein, A. M. & von Salisch, M. (2016). Aufwachsen unter Risiko: Exekutive Funktionen der Kinder [Editorial]. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 65(6), 384–388. 10.13109/prkk.2016.65.6.384
- Kloo, D., Perner, J., Kerschhuber, A., Dabernig, S. & Aichhorn, M. (2008). Sorting between dimensions: conditions of cognitive flexibility in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 100(2), 115–134. 10.1016/j.jecp.2007.12.003
- Kochanska, G., Murray, K., Jacques, T. Y., Koenig, A. L. & Vandegest, K. A. (1996). Inhibitory control in young children and its role in emerging internalization. *Child Development*, 67(2), 490–507. 10.1111/j.1467-8624.1996.tb01747.x
- Koop, C. (2023). *Vier Schlüssel, um Underachievement zu bewältigen*. Frankfurt am Main: Karg-Stiftung. Verfügbar unter: <https://www.fachportal-hochbegabung.de/oid/10116/>
- Koop, C. (2024). *Das TAD-Rahmenmodell – ein Modell für Talententwicklung*. Frankfurt am Main: Karg-Stiftung. Verfügbar unter: <https://www.fachportal-hochbegabung.de/oid/10162/>
- Koop, C. & Seddig, N. (2021). Frühes Erkennen von Hochbegabung. In V. Müller-Oppliger & G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch Begabung* (S. 260–273). Weinheim: Beltz.
- Kubesch, S., Walk, L., Spitzer, M., Kammer, T., Lainburg, A., Heim, R. et al. (2009). A 30-minute physical education program improves students' executive attention. *Mind, Brain, and Education*, 3(4), 235–242. 10.1111/j.1751-228X.2009.01076.x
- Kuhn, L. J., Willoughby, M. T., Vernon-Feagans, L., Blair, C. B. & The Family Life Project Key Investigators. (2016). The contribution of children's time-specific and longitudinal expressive language skills on developmental trajectories of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 148, 20–34. 10.1016/j.jecp.2016.03.008
- Kurgansky, A. V. (2022). Assessment of executive functions in children aged 3–6 years: current state, challenges, and perspectives. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 52(2), 297–307. 10.1007/s11055-022-01237-z
- Kwon, K., Hanrahan, A. R. & Kupzyk, K. A. (2016). Emotional expressivity and emotion regulation: relation to academic functioning among elementary school children. *School Psychology Quarterly*, 32(1), 75–88. 10.1037/spq0000166

- Lai, E. R. (2011). *Metacognition: a literature review*. Pearson Research Report. Verfügbar unter: [https://nuovoutile.it/wp-content/uploads/2015/11/Metacognition\\_Literature\\_Review\\_Final.pdf](https://nuovoutile.it/wp-content/uploads/2015/11/Metacognition_Literature_Review_Final.pdf)
- Last, B. S., Lawson, G. M., Breiner, K., Steinberg, L. & Farah, M. J. (2018). Childhood socioeconomic status and executive function in childhood and beyond. *PLoS ONE*, 13(8), e0202964. 10.1371/journal.pone.0202964
- Lau, C. Y. H. & Yang, H. (2025). Investigating the bidirectional association between executive functions and well-being in middle-aged and older adults: a cross-lagged modeling approach. *Current Psychology*, 44(1), 302–318. 10.1007/s12144-024-06956-9
- Lawson, G. M., Duda, J. T., Avants, B. B., Wu, J. & Farah, M. J. (2013). Associations between children's socioeconomic status and prefrontal cortical thickness. *Developmental Science*, 16(5), 641–652. 10.1111/desc.12096
- Lawson, G. M., Hook, C. J. & Farah, M. J. (2018). A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental Science*, 21(2), e12529. 10.1111/desc.12529
- Lee, K., Bull, R. & Ho, R. M. H. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, 84(6), 1933–1953. 10.1111/cdev.12096
- Lehrl, S. (2018). *Qualität häuslicher Lernumwelten im Vorschulalter: Eine empirische Analyse zu Konzept, Bedingungen und Bedeutung*. Wiesbaden: Springer VS.
- Lehto, J. E., Juujärvi, P., Kooistra, L. & Pulkkinen, L. (2003). Dimensions of executive functioning: evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21(1), 59–80. 10.1348/026151003321164627
- Lemann, E. R., Davis, A. S., Finch, W. H. & Pierson, E. E. (2019). Evaluating the relation between CHC cognitive factors and selected components of executive functioning. *Journal of Pediatric Neuropsychology*, 5(4), 152–162. 10.1007/s40817-019-00073-3
- Leon-Carrion, J., García-Orza, J. & Pérez-Santamaría, F. J. (2004). Development of the inhibitory component of the executive functions in children and adolescents. *International Journal of Neuroscience*, 114 (10), 1291–1311. 10.1080/00207450490476066
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17(1-4), 281–297. 10.1080/00207598208247445
- Lidzba, K., Christiansen, H. & Drechsler, R. (2013). *Conners 3 – Conners Skalen zu Aufmerksamkeit und Verhalten – 3. Deutschsprachige Adaptation der Conners 3rd Edition (Conners 3) von C. K. Conners*. Bern: Huber.
- Lillard, A. & Else-Quest, N. (2006). Evaluating Montessori education. *Science*, 313(5795), 1893–1894. 10.1126/science.1132362
- Linberg, T. & Wenz, S. E. (2017). Ausmaß und Verteilung sozioökonomischer und migrationsspezifischer Ungleichheiten im Sprachstand fünfjähriger Kindergartenkinder. *Journal for Educational Research Online*, 9(1), 77–98. 10.25656/01:12967
- Lipina, S. J. & Colombo, J. A. (2009). *Poverty and brain development during childhood: an approach from cognitive psychology and neuroscience*. Washington, D.C.: American Psychological Association.
- Londono, M. C., Dionne, C. & Lacharité, C. (2025). Authentic assessment of executive functions in early childhood: a scoping review. *Journal of Early Intervention*, 47(2), 224–247. 10.1177/10538151241271134
- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E. & Pühse, U. (2016). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: a meta-analysis. *Psychophysiology*, 53(11), 1611–1626. 10.1111/psyp.12736
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A. & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, 75(5), 1357–1372. 10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x

- Magar, E. C. E., Phillips, L. H. & Hosie, J. A. (2010). Brief report: cognitive-regulation across the adolescent years. *Journal of Adolescence*, 33(5), 779–781. 10.1016/j.adolescence.2009.10.002
- Mähler, C., Cloos, P., Schuchardt, K. & Zehbe, K. (2023). *Hochbegabung und soziale Ungleichheit in der frühen Kindheit*. Weinheim: Beltz Juventa.
- Malanchini, M., Engelhardt, L. E., Grotzinger, A. D., Harden, K. P. & Tucker-Drob, E. M. (2019). „Same but different“: associations between multiple aspects of self-regulation, cognition, and academic abilities. *Journal of Personality and Social Psychology*, 117(6), 1164–1188. 10.1037/pspp0000224
- Malekpour, M., Shoostari, M., Abedi, A. & Ghamarani, A. (2016). Examination of the effectiveness of Sternberg’s successful intelligence program on executive functions of sharp-witted primary school level students. *Modern Applied Science*, 10(8), 75–83. 10.5539/mas.v10n8p75
- Manly, T., Robertson, I. H., Anderson, V. & Nimmo-Smith, I. (2006). *TEA-Ch – The Test of Everyday Attention for Children*. Deutsche Bearbeitung von R. Horn und R. S. Jäger. Frankfurt: Harcourt Test Services.
- Martinez, M. E. (2006). What is metacognition? *Phi Delta Kappan*, 87(9), 696–699. 10.1177/003172170608700916
- Masarik, A. S. & Conger, R. D. (2017). Stress and child development: a review of the Family Stress Model. *Current Opinion in Psychology*, 13, 85–90. 10.1016/j.copsyc.2016.05.008
- Matthews, J. S., Ponitz, C. C. & Morrison, F. J. (2009). Early gender differences in self-regulation and academic achievement. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 689–704. 10.1037/a0014240
- McCabe, D. P., Roediger, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A. & Hambrick, D. Z. (2010). The relationship between working memory capacity and executive functioning: evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222–243. 10.1037/a0017619
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., McDonald Connor, C., 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), 947–959. 10.1037/0012-1649.43.4.947
- McCoach, D. B., Siegle, D. & Rubenstein, L. D. (2020). Pay attention to inattention: exploring ADHD symptoms in a sample of underachieving gifted students. *Gifted Child Quarterly*, 64(2), 100–116. 10.1177/0016986219901320
- McEwen, B. S. & Gianaros, P. J. (2010). Central role of the brain in stress and adaptation: links to socioeconomic status, health, and disease. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1186(1), 190–222. 10.1111/j.1749-6632.2009.05331.x
- McGrew, K. S. (2009). CHC theory and the human cognitive abilities project: standing on the shoulders of the giants of psychometric intelligence research. *Intelligence*, 37(1), 1–10. 10.1016/j.intell.2008.08.004
- McKenna, R., Rushe, T. & Woodcock, K. A. (2017). Informing the structure of executive function in children: a meta-analysis of functional neuroimaging data. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 154. 10.3389/fnhum.2017.00154
- McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, 53(2), 185–204. 10.1037//0003-066x.53.2.185
- Mecha, P., Rodriguez-Morales, M. & Sanchez-Lopez, A. (2024). Components of hot and cold executive functions and their relations to different forms of stress resilience: a systematic review. *Stress and Health*, 40(5), e3439. 10.1002/smi.3439
- Mehsen, V., Morag, L., Chesta, S., Cleaton, K. & Burgos, H. (2022). Hot executive function assessment instruments in preschool children: a systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1), 95. 10.3390/ijerph19010095
- Meltzer, L., Pollica, L. S. & Barzilla, M. (2007). Executive function in the classroom: embedding strategy instruction into daily teaching practices. In L. Meltzer (Hrsg.), *Executive function in education: from theory to practice* (S. 165–193). New York: The Guilford Press.

- Miller, E. K. & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202. 10.1146/annurev.neuro.24.1.167
- Miller, M. R., Giesbrecht, G. F., Müller, U., McInerney, R. J. & Kerns, K. A. (2012). A latent variable approach to determining the structure of executive function in preschool children. *Journal of Cognition and Development*, 13(3), 395–423. 10.1080/15248372.2011.585478
- Miranda, A., Colomer, C., Mercader, J., Fernández, M. I. & Presentación, M. J. (2015). Performance-based tests versus behavioral ratings in the assessment of executive functioning in preschoolers: associations with ADHD symptoms and reading achievement. *Frontiers in Psychology*, 6, 545. 10.3389/fpsyg.2015.00545
- Mischel, W., Shoda, Y. & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244(4907), 933–938. 10.1126/science.2658056
- Miyake, A., Emerson, M. J. & Friedman, N. P. (2000a). Assessment of executive functions in clinical settings: problems and recommendations. *Seminars in Speech and Language*, 21(2), 169–183. 10.1055/s-2000-7563
- Miyake, A. & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8–14. 10.1177/0963721411429458
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & Wager, T. D. (2000b). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex „frontal lobe“ tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. 10.1006/cogp.1999.0734
- Mohai, K., Kálózi-Szabó, C., Jakab, Z., Fecht, S. D., Domonkos, M. & Botzheim, J. (2022). Development of an adaptive computer-aided soft sensor diagnosis system for assessment of executive functions. *Sensors*, 22(15), 5880. 10.3390/s22155880
- Morales, J., Calvo, A. & Bialystok, E. (2013). Working memory development in monolingual and bilingual children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(2), 187–202. 10.1016/j.jecp.2012.09.002
- Moriguchi, Y. & Hiraki, K. (2013). Prefrontal cortex and executive function in young children: a review of NIRS studies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 867. 10.3389/fnhum.2013.00867
- Muis, K. R., Psaradellis, C., Chevrier, M., Di Leo, I. & Lajoie, S. P. (2016). Learning by preparing to teach: fostering self-regulatory processes and achievement during complex mathematics problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 474–492. 10.1037/edu0000071
- Mullane, J. C., Lawrence, M. A., Corkum, P. V., Klein, R. M. & McLaughlin, E. N. (2014). The development of and interaction among alerting, orienting, and executive attention in children. *Child Neuropsychology*, 22(2), 155–176. 10.1080/09297049.2014.981252
- Müller-Oppliger, V. & Weigand, G. (2021). *Handbuch Begabung*. Weinheim: Beltz.
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J., Jr., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J. et al. (1996). Intelligence: knowns and unknowns. *American Psychologist*, 51(2), 77–101. 10.1037/0003-066X.51.2.77
- Nelson, T. D., Nelson, J. M., James, T. D., Clark, C. A. C., Kidwell, K. M. & Espy, K. A. (2017). Executive control goes to school: implications of preschool executive performance for observed elementary classroom learning engagement. *Developmental Psychology*, 53(5), 836–844. 10.1037/dev0000296
- Nelson, T. O. & Narens, L. (1994). Why investigate metacognition? In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Hrsg.), *Metacognition: knowing about knowing* (S. 1–25). Cambridge: The MIT Press.
- Nesbitt, K. T., Farran, D. C. & Fuhs, M. W. (2015). Executive function skills and academic achievement gains in prekindergarten: contributions of learning-related behaviors. *Developmental Psychology*, 51(7), 865–878. 10.1037/dev0000021
- Neuenschwander, R., Röthlisberger, M., Cimeli, P. & Roebbers, C. M. (2012). How do different aspects of self-regulation predict successful adaptation to school? *Journal of Experimental Child Psychology*, 113(3), 353–371. 10.1016/j.jecp.2012.07.004

- Nicoladis, E., Hui, D. & Wiebe, S. A. (2018). Language dominance and cognitive flexibility in French-English bilingual children. *Frontiers in Psychology, 9*, 1697. 10.3389/fpsyg.2018.01697
- Niebaum, J. C. & Munakata, Y. (2023). Why doesn't executive function training improve academic achievement? Rethinking individual differences, relevance, and engagement from a contextual framework. *Journal of Cognition and Development, 24*(2), 241–259. 10.1080/15248372.2022.2160723
- Nigg, J. T. (2017). Annual research review: on the relations among self-regulation, self-control, executive functioning, effortful control, cognitive control, impulsivity, risk-taking, and inhibition for developmental psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 58*(4), 361–383. 10.1111/jcpp.12675
- Niklas, F. (2015). Die familiäre Lernumwelt und ihre Bedeutung für die kindliche Kompetenzentwicklung. *Psychologie in Erziehung und Unterricht, 62*(2), 106–120. 10.2378/peu2015.art11d
- Noble, K. G., Houston, S. M., Brito, N. H., Bartsch, H., Kan, E., Kuperman, J. M. et al. (2015). Family income, parental education and brain structure in children and adolescents. *Nature Neuroscience, 18*(5), 773–778. 10.1038/nn.3983
- Noble, K. G., McCandliss, B. D. & Farah, M. J. (2007). Socioeconomic gradients predict individual differences in neurocognitive abilities. *Developmental Science, 10*(4), 464–480. 10.1111/j.1467-7687.2007.00600.x
- Noble, K. G., Norman, M. F. & Farah, M. J. (2005). Neurocognitive correlates of socioeconomic status in kindergarten children. *Developmental Science, 8*(1), 74–87. 10.1111/j.1467-7687.2005.00394.x
- Norman, D. A. & Shallice, T. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behavior. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz & D. Shapiro (Hrsg.), *Consciousness and self regulation: advances in research and theory* (4. Aufl.). Boston: Springer.
- Pauen, S. & the EDOS-Group. (2016). Understanding early development of self-regulation and co-regulation: EDOS and PROSECO. *Journal of Self-Regulation and Regulation, 2*, 3–16. 10.11588/josar.2016.2.34350
- Paz-Baruch, N. & Hazema, H. (2023). Self-regulated learning and motivation among gifted and high-achieving students in science, technology, engineering, and mathematics disciplines: examining differences between students from diverse socioeconomic levels. *Journal for the Education of the Gifted, 46*(1), 34–76. 10.1177/01623532221143825
- Perone, S., Molitor, S. J., Buss, A. T., Spencer, J. P. & Samuelson, L. K. (2015). Enhancing the executive functions of 3-year-olds in the Dimensional Change Card Sort task. *Child Development, 86*(3), 812–827. 10.1111/cdev.12330
- Perry, R. & Sullivan, R. M. (2014). Neurobiology of attachment to an abusive caregiver: short-term benefits and long-term costs. *Developmental Psychobiology, 56*(8), 1626–1634. 10.1002/dev.21219
- Petermann, F. (2010). *K-CAB – Kaufman – Computerized Assessment Battery. Deutsche Adaptation des französischen Originalverfahrens K-Classic*. Frankfurt: Pearson Assessment.
- Piccolo, L. R., Merz, E. C. & Noble, K. G. (2018). School climate is associated with cortical thickness and executive function in children and adolescents. *Developmental Science, 22*(1), e12719. 10.1111/desc.12719
- Piller, S., Stegmüller, A., Hofmann, C., Walk, L. & Arndt, P. A. (2024, September). „abc – achtsam, bedacht, clever.“ Evaluation eines Qualifizierungskonzepts für Grundschulen zur Stärkung von exekutiven Funktionen und Selbstregulation. Poster präsentiert auf dem 53. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGPs), Universität Wien.
- Plieger, T. & Reuter, M. (2020). Stress & executive functioning: a review considering moderating factors. *Neurobiology of Learning and Memory, 173*, 107254. 10.1016/j.nlm.2020.107254
- Polderman, T. J. C., Posthuma, D., De Sonneville, L. M. J., Stins, J. F., Verhulst, F. C. & Boomsma, D. I. (2007). Genetic analyses of the stability of executive functioning during childhood. *Biological Psychology, 76*(1-2), 11–20. 10.1016/j.biopsycho.2007.05.002
- Poon, K. (2018). Hot and cool executive functions in adolescence: development and contributions to important developmental outcomes. *Frontiers in Psychology, 8*, 2311. 10.3389/fpsyg.2017.02311

- Preckel, F. (2021). Das TAD-Framework - Ein Rahmenmodell zur Beschreibung von Begabung und Leistung unter einer Talententwicklungsperspektive. In V. Müller-Oppliger & G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch Begabung* (S. 274–287). Weinheim: Beltz.
- Preckel, F. & Vock, M. (2021). *Hochbegabung: Ein Lehrbuch zu Grundlagen, Diagnostik und Fördermöglichkeiten* (2. überarbeitete Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Preckel, F., Vock, M. & Koop, C. (2020). *Fragen & Antworten zum Thema Hochbegabung*. (Karg Hefte – Beiträge zur Begabtenförderung und Begabungsforschung, Karg Sonderheft II). Frankfurt am Main: Karg-Stiftung. 10.25656/01:21392
- Prencipe, A., Kesek, A., Cohen, J., Lamm, C., Lewis, M. D. & Zelazo, P. D. (2011). Development of hot and cool executive function during the transition to adolescence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 621–637. 10.1016/j.jecp.2010.09.008
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A. & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: the role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, 153, 15–34. 10.1016/j.jecp.2016.08.010
- Rauch, W. A. (2022). Exekutive Funktionen. In M. Gebhardt, D. Scheer & M. Schurig (Hrsg.), *Handbuch der sonderpädagogischen Diagnostik. Grundlagen und Konzepte der Statusdiagnostik, Prozessdiagnostik und Förderplanung* (S. 163–173). Regensburg: Universitätsbibliothek
- 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), 362–378. 10.1111/j.1467-8624.2010.01561.x
- Reinelt, T. & Petermann, F. (2018). Zur Bedeutung auffälliger Exekutivfunktionen in der Diagnostik einer Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung. *Zeitschrift für Psychiatrie, Psychologie und Psychotherapie*, 66(4), 207–217. 10.1024/1661-4747/a000359
- Reis, S. M. & Greene, M. J. (o. D.). *Using self-regulated learning to reverse underachievement in talented students*: Neag Center for Gifted Education and Talent Development: University of Connecticut. Verfügbar unter: [https://gifted.uconn.edu/schoolwide-enrichment-model/self-regulated\\_learning\\_reverse\\_underachievement/](https://gifted.uconn.edu/schoolwide-enrichment-model/self-regulated_learning_reverse_underachievement/)
- Rhoades, B. L., Greenberg, M. T., Lanza, S. T. & Blair, C. (2011). Demographic and familial predictors of early executive function development: contribution of a person-centered perspective. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 638–662. 10.1016/j.jecp.2010.08.004
- Rhodes, S. M., Booth, J. N., Campbell, L. E., Blythe, R. A., Wheate, N. J. & Delibegovic, M. (2014). Evidence for a role of executive functions in learning biology. *Infant and Child Development*, 23(1), 67–83. 10.1002/icd.1823
- Richland, L. E. & Burchinal, M. R. (2013). Early executive function predicts reasoning development. *Psychological Science*, 24(1), 87–92. 10.1177/0956797612450883
- Ridderinkhof, K. R. & van der Molen, M. W. (1997). Mental resources, processing speed, and inhibitory control: a developmental perspective. *Biological Psychology*, 45(1-3), 241–261. 10.1016/s0301-0511(96)05230-1
- Ridgley, L. M., Rubenstein, L. D. & Callan, G. L. (2020). Gifted underachievement within a self-regulated learning framework: proposing a task-dependent model to guide early identification and intervention. *Psychology in the Schools*, 57(9), 1365–1384. 10.1002/pits.22408
- Riggs, N. R., Greenberg, M. T., Kusché, C. A. & Pentz, M. A. (2006). The mediational role of neurocognition in the behavioral outcomes of a social-emotional prevention program in elementary school students: effects of the PATHS curriculum. *Prevention Science*, 7, 91–102. 10.1007/s11121-005-0022-1
- Riggs, N. R., Jahromi, L. B., Razza, R. P., Dillworth-Bart, J. E. & Mueller, U. (2006). Executive function and the promotion of social-emotional competence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 27(4), 300–309. 10.1016/j.appdev.2006.04.002

- Ritteser, M. (2007). *Bewegung und Lernen. Evaluation: Auswirkungen von Bewegung in der Schule auf Konzentration, Merkfähigkeit und Befindlichkeit*. Norderstedt: Grin.
- Rivella, C., Bombonato, C., Pecini, C., Frascari, A. & Viterbori, P. (2024). Improving executive functions at school. Integrating metacognitive exercise in class and computerized training at home to ensure training intensity and generalization. A feasibility pilot study. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2719–2739. 10.1111/bjet.13470
- Rivella, C., Ruffini, C., Bombonato, C., Capodieci, A., Frascari, A., Marzocchi, G. M. et al. (2023). TeleFE: a new tool for the tele-assessment of executive functions in children. *Applied Sciences*, 13(3). 10.3390/app13031728
- Robson, D. A., Allen, M. S. & Howard, S. J. (2020). Self-regulation in childhood as a predictor of future outcomes: a meta-analytic review. *Psychological Bulletin*, 146(4), 324–354. 10.1037/bul0000227
- Rocha, A., Almeida, L. S. & Perales, R. G. (2020). Comparison of gifted and non-gifted students' executive functions and high capabilities. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(4), 1397–1409. 10.17478/jegys.808798
- Roebbers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*, 45, 31–51. 10.1016/j.dr.2017.04.001
- Romero-López, M., Pichardo, M.-C., Ingoglia, S. & Justicia, F. (2018). The role of executive function in social competence and behavioural problems in childhood education. *Anales De Psicología/Annals of Psychology*, 34(3), 490–499. 10.6018/analesps.34.3.307391
- Rothbart, M. K., Ellis, L. K., Rueda, M. R. & Posner, M. I. (2003). Developing mechanisms of temperamental effortful control. *Journal of Personality*, 71(6), 1113–1144. 10.1111/1467-6494.7106009
- Rothbart, M. K., Sheese, B. E., Rueda, M. R. & Posner, M. I. (2011). Developing mechanisms of self-regulation in early life. *Emotion Review*, 3(2), 207–213. 10.1177/1754073910387943
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Cimeli, P., Michel, E. & Roebbers, C. M. (2012). Improving executive functions in 5- and 6-year-olds: evaluation of a small group intervention in prekindergarten and kindergarten children. *Infant and Child Development*, 21(4), 411–429. 10.1002/icd.752
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Cimeli, P. & Roebbers, C. M. (2013). Executive functions in 5-to 8-year olds: developmental changes and relationship to academic achievement. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 3(2), 153–167. 10.5539/jedp.v3n2p153
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Michel, E. & Roebbers, C. M. (2010). Exekutive Funktionen: Zugrundeliegende kognitive Prozesse und deren Korrelate bei Kindern im späten Vorschulalter. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 42(2), 99–110. 10.1026/0049-8637/a000010
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P. et al. (2004). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42(8), 1029–1040. 10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.012
- Ruffini, C., Marzocchi, G. M. & Pecini, C. (2021). Preschool executive functioning and child behavior: association with learning prerequisites? *Children*, 8(11), 964. 10.3390/children8110964
- Rutherford, T., Buschkuhl, M., Jaeggi, S. M. & Farkas, G. (2018). Links between achievement, executive functions, and self-regulated learning. *Applied Cognitive Psychology*, 32(6), 763–774. 10.1002/acp.3462
- Sarsour, K., Sheridan, M., Jutte, D., Nuru-Jeter, A., Hinshaw, S. & Boyce, W. T. (2011). Family socioeconomic status and child executive functions: the roles of language, home environment, and single parenthood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(1), 120–132. 10.1017/S1355617710001335
- Schellenberg, E. G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102(3), 283–302. 10.1111/j.2044-8295.2010.02000.x
- Schirmbeck, K., Rao, N. & Maehler, C. (2020). Similarities and differences across countries in the development of executive functions in children: a systematic review. *Infant and Child Development*, 29(1), e2164. 10.1002/icd.2164

- Schmeichel, B. J., Volokhov, R. N. & Demaree, H. A. (2008). Working memory capacity and the self-regulation of emotional expression and experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95(6), 1526–1540. 10.1037/a0013345
- Schneider, W. J. & McGrew, K. S. (2018). The Cattell–Horn–Carroll theory of cognitive abilities. In D. P. Flanagan & E. M. McDonough (Hrsg.), *Contemporary intellectual assessment: theories, tests, and issues* (4. Aufl., S. 73–163). New York: The Guilford Press.
- Schonert-Reichl, K. A., Oberle, E., Lawlor, M. S., Abbott, D., Thomson, K., Oberlander, T. F. et al. (2015). Enhancing cognitive and social–emotional development through a simple-to-administer mindfulness-based school program for elementary school children: a randomized controlled trial. *Developmental Psychology*, 51(1), 52–66. 10.1037/a0038454
- Schuchardt, K. & Mähler, C. (2012). Arbeitsgedächtnisprofile von Kindern unterschiedlicher Begabungsniveaus. *Lernen und Lernstörungen*, 1(3), 157–167. 10.1024/2235-0977/a000017
- Schutte, A. R., Torquati, J. C. & Beattie, H. L. (2017). Impact of urban nature on executive functioning in early and middle childhood. *Environment and Behavior*, 49(1), 3–30. 10.1177/0013916515603095
- Scudder, M. R., Lambourne, K., Drollette, E. S., Herrmann, S. D., Washburn, R. A., Donnelly, J. E. et al. (2014). Aerobic capacity and cognitive control in elementary school-age children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(5), 1025–1035. 10.1249/MSS.0000000000000199
- Segundo-Marcos, R., Merchán Carrillo, A., López Fernández, V. & Daza González, M. T. (2022). Development of executive functions in late childhood and the mediating role of cooperative learning: a longitudinal study. *Cognitive Development*, 63, 101219. 10.1016/j.cogdev.2022.101219
- Senn, T. E., Espy, K. A. & Kaufmann, P. M. (2004). Using path analysis to understand executive function organization in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 445–464. 10.1207/s15326942dn2601\_5
- Shields, G. S., Sazma, M. A. & Yonelinas, A. P. (2016). The effects of acute stress on core executive functions: a meta-analysis and comparison with cortisol. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 68, 651–668. 10.1016/j.neubiorev.2016.06.038
- Shing, Y. L., Lindenberger, U., Diamond, A., Li, S.-C. & Davidson, M. C. (2010). Memory maintenance and inhibitory control differentiate from early childhood to adolescence. *Developmental Neuropsychology*, 35(6), 679–697. 10.1080/87565641.2010.508546
- Shokrkon, A. & Nicoladis, E. (2022). The directionality of the relationship between executive functions and language skills: a literature review. *Frontiers in Psychology*, 13, 848696. 10.3389/fpsyg.2022.848696
- Siegel, L. S. & Ryan, E. B. (1989). The development of working memory in normally achieving and subtypes of learning disabled children. *Child Development*, 60(4), 973–980. 10.2307/1131037
- Siegle, D. & McCoach, D. B. (2005). *Motivating gifted students*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Siegle, D., McCoach, D. B. & Roberts, A. (2017). Why I believe I achieve determines whether I achieve. *High Ability Studies*, 28(1), 59–72. 10.1080/13598139.2017.1302873
- Slot, P. L. & von Suchodoletz, A. (2018). Bidirectionality in preschool children’s executive functions and language skills: is one developing skill the better predictor of the other? *Early Childhood Research Quarterly*, 42, 205–214. 10.1016/j.ecresq.2017.10.005
- Solomon, T., Plamondon, A., O’Hara, A., Finch, H., Goco, G., Chaban, P. et al. (2018). A cluster randomized-controlled trial of the impact of the Tools of the Mind curriculum on self-regulation in Canadian preschoolers. *Frontiers in Psychology*, 8, 2366. 10.3389/fpsyg.2017.02366
- Soto, E. F., Kofler, M. J., Singh, L. J., Wells, E. L., Irwin, L. N., Groves, N. B. et al. (2020). Executive functioning rating scales: ecologically valid or construct invalid? *Neuropsychology*, 34(6), 605–619. 10.1037/neu0000681
- Souissi, S., Chamari, K. & Bellaj, T. (2022). Assessment of executive functions in school-aged children: a narrative review. *Frontiers in Psychology*, 13, 991699. 10.3389/fpsyg.2022.991699

- Spinella, M. (2005). Self-rated executive function: development of the Executive Function Index. *International Journal of Neuroscience*, 115(5), 649–667. 10.1080/00207450590524304
- St Clair-Thompson, H. L. & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition, and working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 745–759. 10.1080/17470210500162854
- Sternberg, R. J. & Grigorenko, E. L. (2003). Teaching for successful intelligence: principles, procedures, and practices. *Journal for the Education of the Gifted*, 27(2-3), 207–228. 10.1177/016235320302700206
- Stöger, H., Balestrini, D. P. & Ziegler, A. (2021). Selbstreguliertes Lernen für hochbegabte und hochleistende Schüler/innen in leistungsheterogenen Lerngruppen. In V. Müller-Oppliger & G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch Begabung* (S. 390–401). Weinheim: Beltz.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643–662. 10.1037/h0054651
- Stroth, S. (2009). *Einfluss eines Ausdauerlauftrainings auf exekutive Funktionen und deren hirnelektrische Korrelate unter Berücksichtigung eines genetischen Polymorphismus*. Dissertation, Universität Ulm.
- Stuss, D. T. & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research*, 63(3-4), 289–298. 10.1007/s004269900007
- Taiwo, Z., Bezdek, M., Mirabito, G. & Light, S. N. (2021). Empathy for joy recruits a broader prefrontal network than empathy for sadness and is predicted by executive functioning. *Neuropsychology*, 35(1), 90–102. 10.1037/neu0000666
- Tam, N. D. (2013). Improvement of processing speed in executive function immediately following an increase in cardiovascular activity. *Cardiovascular Psychiatry and Neurology*, 2013(1), 212767. 10.1155/2013/212767
- Taylor, S. J., Barker, L. A., Heavey, L. & McHale, S. (2015). The longitudinal development of social and executive functions in late adolescence and early adulthood. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9, 252. 10.3389/fnbeh.2015.00252
- Theodoraki, T. E., McGeown, S. P., Rhodes, S. M. & MacPherson, S. E. (2020). Developmental changes in executive functions during adolescence: a study of inhibition, shifting, and working memory. *British Journal of Developmental Psychology*, 38(1), 74–89. 10.1111/bjdp.12307
- 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, 120–138. 10.1016/j.jecp.2016.01.001
- Thorell, L. B., Lazarević, N., Milovanović, I. & Bugarski Ignjatović, V. (2020). Psychometric properties of the Teenage Executive Functioning Inventory (TEXI): a freely available questionnaire for assessing deficits in working memory and inhibition among adolescents. *Child Neuropsychology*, 26(6), 857–864. 10.1080/09297049.2020.1726885
- Thorell, L. B. & Nyberg, L. (2008). The Childhood Executive Functioning Inventory (CHEXI): a new rating instrument for parents and teachers. *Developmental Neuropsychology*, 33(4), 536–552. 10.1080/87565640802101516
- Thorell, L. B., Veleiro, A., Siu, A. F. Y. & Mohammadi, H. (2013). Examining the relation between ratings of executive functioning and academic achievement: findings from a cross-cultural study. *Child Neuropsychology*, 19(6), 630–638. 10.1080/09297049.2012.727792
- Tomalski, P., Moore, D. G., Ribeiro, H., Axelsson, E. L., Murphy, E., Karmiloff-Smith, A. et al. (2013). Socioeconomic status and functional brain development – Associations in early infancy. *Developmental Science*, 16(5), 676–687. 10.1111/desc.12079
- Toplak, M. E., West, R. F. & Stanovich, K. E. (2013). Practitioner review: do performance-based measures and ratings of executive function assess the same construct? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 54(2), 131–143. 10.1111/jcpp.12001

- Traverso, L., Viterbori, P. & Usai, M. C. (2015). Improving executive function in childhood: evaluation of a training intervention for 5-year-old children. *Frontiers in Psychology*, 6, 525. 10.3389/fpsyg.2015.00525
- Ullitzka, B., Daseking, M. & Kerner auch Koerner, J. (2022). Diagnostik der Selbstregulation im Kita-Alter. *Frühe Bildung*, 11(4), 168–185. 10.1026/2191-9186/a000584
- Ullitzka, B., Schmidt, H., Daseking, M., Karbach, J., Gawrilow, C. & Kerner auch Koerner, J. (2023). EF Touch – Testbatterie zur Erfassung der exekutiven Funktionen bei 3- bis 5- Jährigen. *Diagnostica*, 69(4), 182–193. 10.1026/0012-1924/a000314
- Vallotton, C. & Ayoub, C. (2011). Use your words: the role of language in the development of toddlers' self-regulation. *Early Childhood Research Quarterly*, 26(2), 169–181. 10.1016/j.ecresq.2010.09.002
- van Aken, L., van der Heijden, P. T., Oomens, W., Kessels, R. P. C. & Egger, J. I. M. (2019). Predictive value of traditional measures of executive function on broad abilities of the Cattell-Horn-Carroll theory of cognitive abilities *Assessment*, 26(7), 1375–1385. 10.1177/1073191117731814
- van der Sluis, S., de Jong, P. F. & van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35(5), 427–449. 10.1016/j.intell.2006.09.001
- van der Veer, G., Cantell, M. H., Minnaert, A. & Houwen, S. (2024). The relationship between motor performance and executive functioning in early childhood: a systematic review on motor demands embedded within executive function tasks. *Applied Neuropsychology: Child*, 13(1), 62–83. 10.1080/21622965.2022.2128675
- van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J. & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: a dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 100–119. 10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x
- van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J. & Leseman, P. P. M. (2013). The structure of executive functions in children: a closer examination of inhibition, shifting, and updating. *British Journal of Developmental Psychology*, 31(1), 70–87. 10.1111/j.2044-835X.2012.02079.x
- Vazou, S. & Smiley-Oyen, A. (2014). Moving and academic learning are not antagonists: acute effects on executive function and enjoyment. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 36(5), 474–485. 10.1123/jsep.2014-0035
- Verbeken, S., Braet, C., Goossens, L. & van der Oord, S. (2013). Executive function training with game elements for obese children: a novel treatment to enhance self-regulatory abilities for weight-control. *Behaviour Research and Therapy*, 51(6), 290–299. 10.1016/j.brat.2013.02.006
- Viana-Sáenz, L., Sastre-Riba, S., Urraca-Martínez, M. L. & Botella, J. (2020). Measurement of executive functioning and high intellectual ability in childhood: a comparative meta-analysis. *Sustainability*, 12(11), 4796. 10.3390/su12114796
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language* (Hrsg. & Übers. E. Hanfmann & G. Vakar). Cambridge: MIT Press. (Original erschienen 1934).
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language* (bearb. & übers. von A. Kozulin). Cambridge: MIT Press. (Original erschienen 1934).
- Walk, L., Hofmann, C., Quante, S., Stegmüller, A., Burmeister, C. & Arndt, P. A. (2024, September). „abc – achtsam, bedacht, clever.“ Ein Qualifizierungskonzept für Grundschulen zur Stärkung von exekutiven Funktionen und Selbstregulation. Poster präsentiert auf dem 53. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGPs), Universität Wien.
- Walk, L. M. & Evers, W. F. (2013). *Förderung exekutiver Funktionen*. Bad Rodach: Wehrfritz.
- Walk, L. M., Evers, W. F., Quante, S. & Hille, K. (2018). Evaluation of a teacher training program to enhance executive functions in preschool children. *PLoS ONE*, 13(5), e0197454. 10.1371/journal.pone.0197454
- Wallentin, M., Nielsen, A. H., Friis-Olivarius, M., Vuust, C. & Vuust, P. (2010). The Musical Ear Test, a new reliable test for measuring musical competence. *Learning and Individual Differences*, 20(3), 188–196. 10.1016/j.lindif.2010.02.004

- Wanless, S. B., McClelland, M. M., Lan, X., Son, S.-H., Cameron, C. E., Morrison, F. J. et al. (2013). Gender differences in behavioral regulation in four societies: the United States, Taiwan, South Korea, and China. *Early Childhood Research Quarterly*, 28(3), 621–633. 10.1016/j.ecresq.2013.04.002
- Warne, R. T. (2012). History and development of above-level testing of the gifted. *Roeper Review*, 34(3), 183–193. 10.1080/02783193.2012.686425
- Wasserman, J. D. (2012). A history of intelligence assessment: the unfinished tapestry. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Hrsg.), *Contemporary intellectual assessment: theories, tests, and issues* (3. Aufl., S. 3–55). New York: The Guilford Press.
- Webb, J. T., Gore, J. L., Amend, E. R. & DeVries, A. R. (2017). *Hochbegabte Kinder: Das große Handbuch für Eltern* (2., unveränderte Auflage). Bern: Hogrefe.
- Wechsler, D. (1964). *Die Messung der Intelligenz Erwachsener. Textband zum Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene (HAWIE); deutsche Bearbeitung Anne von Hardesty, und Hans Lauber* (3. Aufl.). Bern: Hans Huber.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition (WISC-IV)*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Weinert, S. & Ebert, S. (2013). Spracherwerb im Vorschulalter. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16(2), 303–332. 10.1007/s11618-013-0354-8
- 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), 43–53. 10.1037/a0016738
- Welsh, M. & Peterson, E. (2014). Issues in the conceptualization and assessment of hot executive functions in childhood. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 20(2), 152–156. 10.1017/S1355617713001379
- White, S. L. J., Graham, L. J. & Blaas, S. (2018). Why do we know so little about the factors associated with gifted underachievement? A systematic literature review. *Educational Research Review*, 24, 55–66. 10.1016/j.edurev.2018.03.001
- Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A. C., Chevalier, N. & Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 436–452. 10.1016/j.jecp.2010.08.008
- Wieczerkowski, W. & Prado, T. M. (1993). Spiral of disappointment: decline in achievement among gifted adolescents. *European Journal of High Ability*, 4(2), 126–141. 10.1080/0937445930040202
- Wilbourn, M. P., Kurtz, L. E. & Kalia, V. (2012). The Lexical Stroop Sort (LSS) picture-word task: a computerized task for assessing the relationship between language and executive functioning in school-aged children. *Behavior Research Methods*, 44, 270–286. 10.3758/s13428-011-0142-4
- Willoughby, M. & Blair, C. (2011). Test-retest reliability of a new executive function battery for use in early childhood. *Child Neuropsychology*, 17(6), 564–579. 10.1080/09297049.2011.554390
- Willoughby, M. T., Blair, C., Wirth, R. J., Greenberg, M. & The Family Life Project Investigators. (2012a). The measurement of executive function at age 5: psychometric properties and relationship to academic achievement. *Psychological Assessment*, 24(1), 226–239. 10.1037/a0025361
- Willoughby, M. T., Wirth, R. J., Blair, C. B. & The Family Life Project Investigators. (2012b). Executive function in early childhood: longitudinal measurement invariance and developmental change. *Psychological Assessment*, 24(2), 418–431. 10.1037/a0025779
- Winsler, A., Diaz, R. M., Atencio, D. J., McCarthy, E. M. & Adams Chabay, L. (2000). Verbal self-regulation over time in preschool children at risk for attention and behavior problems. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 41(7), 875–886. 10.1111/1469-7610.00675
- Winsler, A., Fernyhough, C. & Montero, I. (2009). *Private speech, executive functioning, and the development of verbal self-regulation*. New York: Cambridge University.

- Wolraich, M. L., Lambert, E. W., Bickman, L., Simmons, T., Doffing, M. A. & Worley, K. A. (2004). Assessing the impact of parent and teacher agreement on diagnosing attention-deficit hyperactivity disorder. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 25(1), 41–47. 10.1097/00004703-200402000-00007
- Xu, F., Han, Y., Sabbagh, M. A., Wang, T., Ren, X. & Li, C. (2013). Developmental differences in the structure of executive function in middle childhood and adolescence. *PLoS ONE*, 8(10), e77770. 10.1371/journal.pone.0077770
- Yamamoto, N. & Imai-Matsumura, K. (2023). Executive function training for kindergarteners after the Great East Japan Earthquake: intervention effects. *European Journal of Psychology of Education*, 38(2), 455–474. 10.1007/s10212-022-00615-y
- Yeung, N. & Summerfield, C. (2012). Metacognition in human decision-making: confidence and error monitoring. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367(1594), 1310–1321. 10.1098/rstb.2011.0416
- Zelazo, P. D. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): a method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1(1), 297–301. 10.1038/nprot.2006.46
- Zelazo, P. D., Blair, C. & Willoughby, M. (2016). *Executive function: implications for education*. Washington, DC: National Center for Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. Verfügbar unter: <https://ies.ed.gov/ncer/2025/01/executive-function-implications-education>
- Zelazo, P. D. & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354–360. 10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x
- Zelazo, P. D. & Carlson, S. M. (2020). The neurodevelopment of executive function skills: implications for academic achievement gaps. *Psychology & Neuroscience*, 13(3), 273–298. 10.1037/pne0000208
- Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S. & Frye, D. (1997). Early development of executive function: a problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1(2), 198–226. 10.1037/1089-2680.1.2.198
- Zelazo, P. D. & Cunningham, W. A. (2007). Executive function: mechanisms underlying emotion regulation. In J. J. Gross (Hrsg.), *Handbook of emotion regulation* (S. 135–158). New York: The Guilford Press.
- Zelazo, P. D., Frye, D. & Rapus, T. (1996). An age-related dissociation between knowing rules and using them. *Cognitive Development*, 11(1), 37–63. 10.1016/S0885-2014(96)90027-1
- Zhou, Q., Chen, S. H. & Main, A. (2012). Commonalities and differences in the research on children's effortful control and executive function: a call for an integrated model of self-regulation. *Child Development Perspectives*, 6(2), 112–121. 10.1111/j.1750-8606.2011.00176.x
- Ziegler, A. (2004). Hochbegabung unter den Gesichtspunkten von Motivations- und Expertiseforschung. In T. Fitzner & W. Stark (Hrsg.), *Genial, gestört, gelangweilt? AD(H)S, Schule und Hochbegabung* (S. 129–147). Weinheim: Beltz.
- Zimmermann, P. & Fimm, B. (2017). *TAP – Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung Handbuch Version 2.3.1*. Herzogenrath: PsyTest.
- Zimmermann, P., Gondan, M. & Fimm, B. (2002). *KITAP – Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung für Kinder Handbuch Version 1.2*. Herzogenrath: PsyTest.