

# Umschriebene motorische Entwicklungsstörungen (UEMF)

## Weisen betroffene Kinder spezifische Intelligenzprofile auf?

Julia Jaščenoka und Franz Petermann

Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation der Universität Bremen

**Zusammenfassung:** Die umschriebene Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen (UEMF) zählt zu den häufigsten Entwicklungsabweichungen des Kindesalters. Charakteristisch sind Defizite der Fein- und Grobmotorik, denen ursächlich keine sensorischen, neurologischen oder kognitiven Einschränkungen zugrunde liegen. Verschiedene Studien belegen, dass Kinder mit einer UEMF auch kognitive Defizite in der visuellen Wahrnehmung, in ihren Aufmerksamkeits- und Arbeitsgedächtnisleistungen aufweisen. Das Ziel ist es daher, den Einfluss dieser kognitiven Teilleistungsdefizite auf die Intelligenzleistungen von Kindern mit UEMF zu untersuchen und zu überprüfen, ob Kinder mit UEMF ein spezifisches Intelligenzprofil aufweisen. Die Datenbanken Web of Science und PubMed wurden entsprechend nach deutsch- und englischsprachigen Beiträgen für den Zeitraum 2007 bis 2017 durchsucht. Lediglich fünf Studien erfüllten die Auswahlkriterien. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Kinder mit einer UEMF geringere Testleistungen im Gesamt-IQ aufweisen. Auf Skalenebene konnten insbesondere geringere Testleistungen in der Handlungsskala der WPPSI-III bzw. dem Wahrnehmungsgebundenen Logischen Denken der WISC-IV sowie in der Verarbeitungsgeschwindigkeit nachgewiesen werden. Die sprachlichen Leistungen der Kinder mit UEMF scheinen zumindest ab dem Grundschulalter unbeeinträchtigt. Testverfahren, die auf den Wechsler-Skalen basieren, stellen ein ökonomisches Instrument dar, um kognitive Leistungsdefizite orientierend im Zusammenhang mit einer UEMF abzubilden.

**Schlüsselwörter:** umschriebene Entwicklungsstörungen der motorischen Funktionen, UEMF, Intelligenzprofile, WISC-IV, WPPSI-III

### Developmental Coordination Disorders: Do Children Have Specific Intelligence Profiles?

**Abstract:** Developmental coordination disorders (DCD) are among the most common disorders in childhood. They are characterized by deficits in fine and gross motor skills without any sensory, neurological, or cognitive causation. Different studies confirm that children with DCD also have cognitive deficits in visual perception, attention, and working memory. These cognitive deficits often have a negative impact on later performance at school. The guidelines of the European Childhood Academy (ECA) and Criterion D of the classification systems DSM-5 and ICD-10 underline the importance of measuring the intelligence quotient (IQ) in order to detect comorbid cognitive deficits in DCD precociously and to eliminate a general intelligence deficit (IQ<70) as a cause of the movement difficulties. The objective of this review was to investigate the influence of these cognitive deficits on intellectual abilities and whether or not children suffering from DCD have specific performance profiles in intelligence tests. Furthermore, DCD is frequently accompanied by comorbid disorders such as ADHD, developmental language disorders, and dyslexia. Therefore, it is also of interest to know if children with combined disorders show special intelligence profiles. The Web of Science and PubMed databases were searched for German and English language articles from 2007 through 2017 inclusive. The systematic literature search was based on the keywords *developmental coordination disorders* or *DCD* and *cognition* or *academic* or *intellectual* or *intelligence* or *WISC-IV* or *WPPSI-III*. Only five studies fulfilled the selection criteria; another four studies not meeting all the conditions were reported additionally. The results of this review indicate that children with DCD score below average in general IQ and performance IQ (WPPSI-III) as well as perception reasoning (WISC-IV). Contrary to expectations, the DCD group also presented weaknesses in verbal comprehension in preschool age (WPPSI-III). In contrast to these results, no group differences were found in verbal comprehension in school age (WISC-IV). Both in preschool and in school age, children with DCD had lower IQ scores in the processing speed index of WPPSI-III and WISC-IV. It is unclear whether only motor demands in manual dexterity are responsible for the worse results in the processing speed index or whether children suffering from DCD have a general problem with processing speed performances. The confounding results in this area may highlight the need for further exploration of these phenomena. The control group had better results in working memory (WISC-IV) than the clinical group. In comparison with children showing isolated DCD, children with a combined diagnosis of DCD and ADHD and/or dyslexia show no performance differences in the WISC-IV or the WPPSI-III. Within-group analyses depict a heterogeneous cognitive profile in the DCD group. Children with DCD cannot be differentiated from their peers solely on a cognitive profile. Therefore, in clinical practice the Wechsler Scales are an orienting instrument for detecting cognitive deficits in DCD.

**Keywords:** developmental coordination disorder, DCD, intelligence profiles, WISC-IV, WPPSI-III

Die umschriebene Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen (UEMF) stellt mit einer Prävalenz von etwa fünf bis sechs Prozent eine häufige Störung des Kindesal-

ters dar. Während das Störungsbild in den vergangenen Jahrzehnten wenig Aufmerksamkeit fand, führten Studien über den ungünstigen Entwicklungsverlauf unbehandel-

ter motorischer Auffälligkeiten zu einer neuen Aktivierung des Interesses. Die UEMF ist idiopathischer Natur und zeichnet sich durch Einschränkungen im motorischen Leistungsbereich aus, denen ursächlich keine sensorischen, kognitiven oder neurologischen Defizite zugrunde liegen und die die Ausführung alltäglicher Aktivitäten behindern. Häufig wird das Störungsbild zusätzlich durch Auffälligkeiten in verschiedenen kognitiven Domänen sowie komorbide Verhaltens- und Entwicklungsstörungen, wie z.B. AHDS, Gedächtnisleistungen, Leserechtschreibstörungen oder Sprachentwicklungsstörungen begleitet (Blank, Smits-Engelsman, Polatajko & Wilson, 2012; Kastner & Petermann, 2009; Michel, Kauer & Roebbers, 2011; Petermann & Toussaint, 2009).

## Kognitive Leistungseinschränkungen im Rahmen der UEMF

Aktuelle Studien belegen, dass motorische Entwicklungsstörungen oftmals mit unterschiedlichen kognitiven Defiziten assoziiert sind. Dazu zählen insbesondere unterschiedliche Auffälligkeiten in der visuellen Wahrnehmung, Aufmerksamkeitsprobleme sowie geringere Arbeitsgedächtnisleistungen.

Auffälligkeiten in der visuellen Wahrnehmung scheinen eng mit motorischen Entwicklungsauffälligkeiten verknüpft zu sein und zeigen sich im alltäglichen Erleben eines Kindes insbesondere durch Probleme in der Auge-Hand-Koordination. Meta-Analysen von Wilson und McKenzie aus dem Jahre 1998 sowie Wilson, Ruddock, Smits-Engelsman, Polatajko und Blank (2013) brachten hervor, dass Kinder mit einer UEMF in allen Bereichen der visuellen Informationsverarbeitung schlechtere Leistungen erbringen als entwicklungsunauffällige Kinder, wobei dies besonders für visuell-perzeptive Leistungen und die visuell motorische Integration gilt. Verschiedene Studien konnten übereinstimmend Defizite in den visuellen Wahrnehmungsleistungen

- Gestaltschließen,
- Figur-Grund-Unterscheidung,
- visuelle Diskrimination,
- visuelles Gedächtnis,
- räumliche Beziehungen und
- Formkonstanz

nachweisen (z.B. Cheng et al., 2014; Tsai, Wilson & Wu, 2008; Tsai & Wu, 2008).

Defizitäre Aufmerksamkeitsleistungen wurden in der Vergangenheit vielfach mit der motorischen Entwicklungsstörung in Zusammenhang gebracht (Dewey, Kaplan, Crawford & Wilson, 2002; Gillberg, 1998; Kadesjö &

Gillberg, 1998). Es konnte belegt werden, dass Kinder mit ADHS häufig auch Symptome einer UEMF zeigen (z.B. Dewey et al., 2002). Kadesjö und Gillberg (1998) schlussfolgern, dass in etwa bei der Hälfte aller koordinationsgestörten Kinder leichte bis schwerwiegende Symptome einer Aufmerksamkeitsstörung vorliegen. Diese Annahme lässt sich auch durch neuere Studien stützen: So konnten Asonitou, Koutsouki, Kourtessis und Charitou (2012) diese Ergebnisse anhand ihrer Befunde von 108 Kindern im Alter von 55 bis 76 Monaten aufzeigen, dass Kinder mit einer UEMF auffällige Abweichungen in ihren selektiven Aufmerksamkeitsleistungen und der Aufmerksamkeitskontrolle im Vergleich zu einer Kontrollgruppe aufwiesen.

Verbale und nonverbale Arbeitsgedächtnisleistungen wurden in jüngerer Vergangenheit im Zusammenhang mit UEMF untersucht; die Ergebnisse der Studie von Leonard, Bernardi, Hill und Henry (2015) an 61 Kindern im Alter von sieben bis elf Jahren sprechen für geringere nonverbale Arbeitsgedächtnisleistungen von Kindern mit UEMF im Unterschied zu einer entwicklungsunauffälligen Kontrollgruppe. Weiterhin untersuchten Alloway und Archibald (2008) sowie Alloway und Temple (2007) insgesamt 20 Kinder im Alter von fünf bis elf Jahren mit einer UEMF und stellten fest, dass motorisch auffällige Kinder spezifische Leistungsprofile in verschiedenen Gedächtnisdomänen (sprachliches Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis sowie visuell-räumliches Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis) aufweisen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass in allen überprüften Bereichen des Gedächtnisses Defizite wahrscheinlich sind, wobei das visuell-räumliche Kurzzeitgedächtnis und das Arbeitsgedächtnis deutlicher betroffen sind als das sprachliche Kurzzeitgedächtnis. Alloway und Temple (2007) stellten zusätzlich fest, dass sich diese Defizite negativ auf die Lese- und Rechtschreibfähigkeiten sowie die rechnerischen Leistungen der Kinder mit UEMF auswirken.

Bleiben die oben berichteten kognitiven Komorbiditäten der UEMF im Rahmen des diagnostischen und therapeutischen Prozesses unentdeckt und unbehandelt, verschlechtert sich die Entwicklungsprognose der betroffenen Kinder deutlich; Schulleistungsprobleme oder gar Lernstörungen sind dann eine häufige Folge (Alloway & Temple, 2007; Cheng, Chen, Tsai, Shen & Cherng, 2011; Gomez et al., 2015).

Die European Child Academy veröffentlichte 2012 internationale Versorgungsleitlinien zur Definition, Diagnostik und Therapie des Störungsbildes UEMF (Blank et al., 2012). Ein primäres Ziel des Expertengremiums war die Entwicklung von Diagnosestrategien, die auf klinischen Entscheidungsregeln und evidenzbasiertem Wissen gründen, um so die Entwicklungsprognose von Kindern mit einer UEMF nachhaltig zu verbessern. Neben den umfassenden Empfehlungen zu einer differenzierten Ein-

schätzung des motorischen Entwicklungsstandes wird im Rahmen des diagnostischen Prozesses zusätzlich auch eine sorgfältige Diagnostik möglicher Komorbiditäten gefordert. Eine Diagnostik der kognitiven Leistungen sollte vor dem Hintergrund eines nachgewiesenen ungünstigen Entwicklungsverlaufs von UEMF und komorbider kognitiver Auffälligkeiten für alle Kinder mit einer UEMF vorgenommen werden. Der Einsatz eines standardisierten Intelligenztests soll auf jeden Fall dann erfolgen, wenn aus der Anamnese Schulleistungsprobleme bekannt sind.

Die Einschätzung des kognitiven Entwicklungsstandes spielt zudem generell im Rahmen des diagnostischen Prozesses des motorischen Entwicklungsstandes eine bedeutsame Rolle: So gilt es einerseits zu klären, ob es sich eher um ein umschriebenes motorisches oder globales Entwicklungsdefizit handelt, zum anderen um festzustellen, inwieweit die beobachtbare motorische Entwicklungsverzögerung vielmehr im Rahmen einer generellen Intelligenzminderung besteht (Castles, Kohnen, Nickels & Brock, 2014). Entsprechend fordern die diagnostischen Klassifikationssysteme ICD-10 und DSM-5 im Rahmen der Diagnosestellung einer UEMF neben der schwerpunktmäßigen Abklärung des motorischen Entwicklungsrückstandes (Diagnosekriterium A) und der Alltagsrelevanz der Störung (Diagnosekriterium B) gleichermaßen den Ausschluss einer massiven intellektuellen Beeinträchtigung (Diagnosekriterium D). Während das DSM-5 lediglich verlangt, dass die motorischen Schwierigkeiten nicht besser durch eine intellektuelle Beeinträchtigung (intellektuelle Entwicklungsstörung) erklärbar sind, schließt das ICD-10 die Diagnose der UEMF bei einem nonverbalen IQ unter 70 aus und fordert somit zumindest indirekt den Einsatz eines Intelligenztests.

Neben der aufgezeigten Relevanz der Intelligenzdiagnostik für die Diagnosestellung einer UEMF ist die Beschreibung kognitiver Stärken und Schwächen eines motorisch entwicklungsverzögerten Kindes jedoch auch hinsichtlich der Planung passgenauer Interventionsstrategien unerlässlich (vgl. Petermann, 2006). Eine Übersicht aus dem Jahr 2015 von Smits-Engelsman, Schoemaker, Delabastita, Hoskens und Geuze (2015) legt jedoch offen, dass entgegen der diagnostischen Empfehlungen der EACD und des DSM-5 lediglich ca. 30 % aller Kinder mit Verdacht auf UEMF tatsächlich bezüglich ihres kognitiven Leistungsniveaus untersucht werden und verdeutlicht damit den Bedarf an einer Intelligenzdiagnostik insbesondere für den praktischen Kontext.

Der vorliegende Beitrag zielt deshalb darauf ab, zu beleuchten, ob sich die im Kontext der UEMF häufig beschriebenen kognitiven Beeinträchtigungen in den Bereichen visuelle Wahrnehmung, Aufmerksamkeit und Arbeitsgedächtnis im Rahmen einer standardisierten Intelligenzdiagnostik darstellen lassen. Sollte es möglich sein,

die im Kontext der UEMF möglichen kognitiven Komorbiditäten mittels eines einzigen Intelligenztestverfahrens abzubilden, stünde für die klinische Praxis eine ökonomische diagnostische Strategie zur Beschreibung kognitiver Schwächen und Ressourcen zur Verfügung. Auf diese Weise könnte einerseits das in den Klassifikationssystemen ICD-10 und DSM-5 beschriebene Diagnosekriterium D der UEMF zuverlässig überprüft werden, zum anderen könnte gleichzeitig eine Einschätzung möglicher kognitiver Teildefizite erfolgen bzw. gezielt ermittelt werden, ob der zusätzliche Einsatz spezifischer kognitiver Leistungstests notwendig ist.

Weiterhin besitzt die Frage nach einem spezifischen Intelligenzprofil von Kindern mit motorischer Entwicklungsstörung für die klinische Praxis eine Relevanz. So könnte ein bestimmtes Intelligenzprofil im Rahmen des diagnostischen Prozesses anderer Verhaltens- oder Entwicklungsstörungen (z. B. ADHS oder Lese-Rechtschreibstörung) dazu anregen, eine ergänzende Überprüfung des motorischen Funktionsniveaus vorzunehmen. Diesbezüglich wäre es weiterhin von Interesse, ob das komorbide Auftreten der UEMF mit einer anderen Verhaltens- oder Entwicklungsstörung zu einer Veränderung der Intelligenzprofile führt.

Abschließend soll die Diskussion der Veränderungen kognitiver Leistungsdefizite im Entwicklungsverlauf aufgegriffen werden, um so Entwicklungsprognosen im Langzeitverlauf vornehmen zu können.

Die folgende Übersichtsarbeit beabsichtigt, jene Studien zu identifizieren, die die kognitiven Leistungen von Kindern mit UEMF mittels eines standardisierten Intelligenztestverfahrens überprüfen, um gezielt folgende Fragestellungen zu untersuchen:

- Weichen die kognitiven Leistungen in einem standardisierten Intelligenztest von Kindern mit einer UEMF signifikant von einer entwicklungsunauffälligen Kontrollgruppe ab?
- Zeigen Kinder mit einer UEMF spezifische Intelligenzprofile?
- Beeinflussen komorbide Störungen die Intelligenzprofile?
- Verändern sich die Intelligenzprofile im Entwicklungsverlauf?

## Methoden

Es sollen relevante Studien identifiziert werden, die einen Beitrag zur Analyse der Intelligenzleistungen von Kindern mit umschriebenen motorischen Entwicklungsstörungen beitragen. Diesbezüglich wurde eine ausführliche Literaturrecherche in den Datenbanken *Web of Science* sowie

PubMed durchgeführt. Für die Suche wurde dabei eine Kombination folgender Termini verwendet:

- Developmental Coordination Disorder.
- Cognition (OR cogniti\* OR academic OR intellectual OR intelligence OR WISC-IV OR K-ABC OR working memory OR attention OR executive function OR language).

Die Suche wurde auf Zeitschriftenbeiträge aus dem Publikationszeitraum von Januar 2007 bis April 2017 begrenzt, um die Aktualität der Ergebnisse zu gewährleisten und um eine möglichst einheitliche Klassifikation des Störungsbildes UEMF sowie den Einsatz vergleichbarer Erhebungsinstrumente sicher zu stellen.

## Einschlusskriterien

Die ermittelten Beiträge wurden dann in diese Übersichtsarbeit aufgenommen, wenn die im folgenden Kasten aufgeführten Einschlusskriterien erfüllt wurden:

### Kasten 1. Einschlusskriterien des Reviews.

1. Publikationssprache Deutsch oder Englisch.
2. Kinder mit UEMF zwischen drei bis 16 Jahren.
3. Die Kinder mit UEMF weisen ein motorisches Testergebnis in einem aktuellen, normreferenzierten, standardisierten Testverfahren  $\leq$  PR 15 auf.
4. Die kognitiven Fähigkeiten werden mittels eines normreferenzierten, standardisierten Intelligenztests operationalisiert.
5. Die Studie sollte mindestens ein Kontrollgruppendesign aufweisen.

## Ausschlusskriterien

Folgende Gesichtspunkte führten zum Ausschluss einer Publikation:

- Übersichtsarbeiten, Fallstudien, Kongressbeiträge, Studien, die nicht im Original vorlagen, Arbeiten, die nicht peer-reviewed sind und/oder über dieselben Daten berichten (*Ausschlusskriterium 1*).
- Studien, die über frühgeborene Kinder berichten, Kinder mit Epilepsie oder Autismus-Spektrum-Störung (*Ausschlusskriterium 2*).
- Interventionsstudien bzw. Studien mit dem Schwerpunkt „Test- und Fragebogenvalidierung“ (*Ausschlusskriterium 3*).

- Studien, die Intelligenzparameter lediglich als Kontrollvariablen benutzen bzw. deren Ziel primär auf die Untersuchung anderer Zusammenhänge im Rahmen von UEMF fokussiert (*Ausschlusskriterium 4*).

## Ergebnisse

Die elektronische Literatursuche ergab insgesamt 528 Beiträge. Der Ablauf der systematischen Literaturrecherche kann Abbildung 1 entnommen werden.

Die Literaturrecherche ergab für den zu berücksichtigenden Zeitraum lediglich fünf Studien, die sich mit Intelligenzleistungen von Kindern mit UEMF beschäftigten und den aufgestellten Ein- und Ausschlusskriterien genügten (siehe Tab. 1 und 2). Es handelte sich um drei deutsche Forschungsarbeiten (Jaščenoka, Korsch, Petermann & Petermann, 2015; Kastner et al., 2011; Kastner & Petermann, 2010) sowie zwei internationale Publikationen aus Australien (Loh, Piek & Barrett, 2011) und Großbritannien (Sumner, Pratt & Hill, 2016). Die Intelligenzleistungen der Kinder wurden in allen fünf Studien mittels eines Wechsler-Verfahrens operationalisiert. Aufgrund der geringen Studienanzahl werden vergleichend vier weitere Forschungsarbeiten berichtet, die ebenfalls Intelligenzprofile von Kindern mit UEMF berichten, jedoch nicht alle geforderten Ein- und Ausschlusskriterien erfüllten (Tab. 3). Neben Validierungsstudien zu den originalen Versionen der WISC-IV (Wechsler, 2002) und WPSSI-III (Wechsler, 2003) konnte jeweils eine französische sowie eine kanadische Forschungsarbeit identifiziert werden (Biotteau, Albaret, Lelong & Chaix, 2017; Pratt, Leonard, Adeyinka & Hill, 2014); beide Studien beschreiben ebenfalls kognitive Leistungsprofile von Kindern mit UEMF in der WISC-IV.

Kognitive Leistungen im Vorschulalter wurden von zwei der fünf identifizierten Studien untersucht; die beiden deutschen Arbeiten verwendeten dazu die Wechsler Preschool and Primary Scale-III (Petermann et al., 2014; Tab. 1). Jaščenoka et al. (2015) verglichen Kinder mit isolierter UEMF, kombinierter UEMF/ADHS und eine Kontrollgruppe bezüglich ihrer Intelligenzleistungen. Alle Kinder wurden mit der M-ABC-2 (Petermann, 2015) untersucht und entsprechend ihres Testergebnisses der Kontroll- bzw. den klinischen Subgruppen zugewiesen (Cut-off-Wert UEMF:  $PR \leq 15$ ). Die Autoren zeigten, dass sowohl Kinder mit UEMF als auch kombinierter UEMF/ADHS signifikant schlechtere Testleistungen in allen Skalen der WPPSI-III erzielten als die Kinder der Kontrollgruppe. Der durchschnittliche Gesamt-IQ beider klinischen Gruppen wick wiederum nahezu eine Standardabweichung (15 IQ-Punkte) von der Kontrollstichprobe

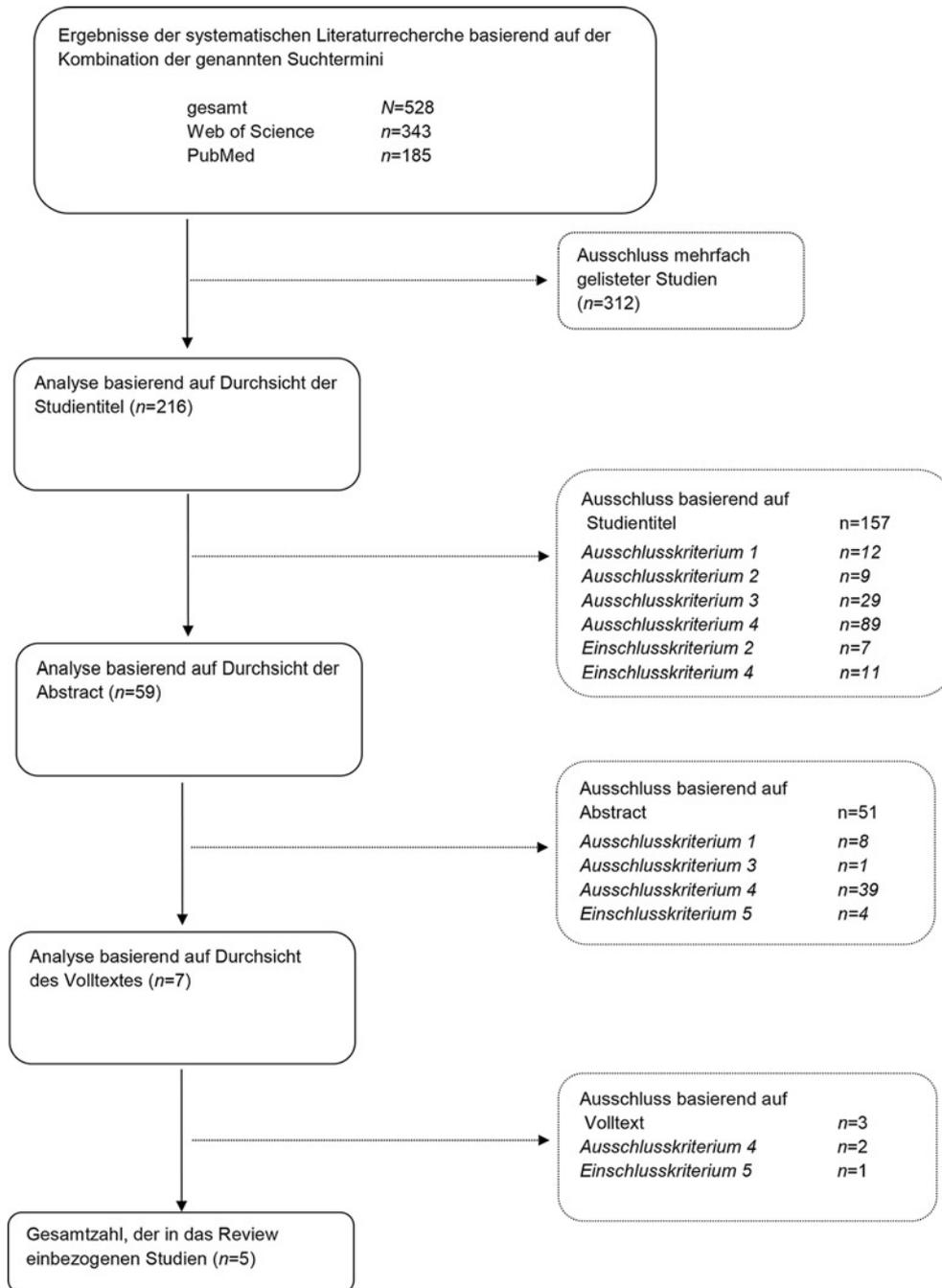


Abbildung 1. Ablauf der systematischen Literaturrecherche.

ab. Die beiden klinischen Gruppen UEMF bzw. UEMF/ADHS unterschieden sich nicht signifikant in ihren Testleistungen; lediglich auf deskriptiver Ebene konnte eine Leistungsdifferenz zu Ungunsten derjenigen Kinder mit kombinierter Störung beobachtet werden.

Kastner et al. (2011) prüften ebenfalls an einer Gruppe von Vorschulkindern, ob Kinder mit kombinierten motorischen und sprachlichen Entwicklungsstörungen ein spezifisches Intelligenzprofil in der WPPSI-III aufweisen.

Dazu wurden paarweise die Ergebnisse des Intelligenztests für die Störungsgruppen isolierte UEMF, kombinierte motorische und Sprachentwicklungsstörung sowie entwicklungsunauffällige Kinder gegenübergestellt. Die testdiagnostische Einschätzung des motorischen Entwicklungsstandes erfolgte mit Hilfe des ET 6-6 (Petermann, Stein & Macha, 2008), welcher aktuell bereits in einer revidierten Fassung vorliegt (ET 6-6-R, Petermann & Macha, 2013). Die Kinder mit isolierter UEMF als auch

kombinierter UEMF und Sprachstörung unterscheiden sich im Verbal-, Handlungs- und Gesamt-IQ bedeutsam von der Kontrollgruppe (UEMF-Kinder erzielen schlechtere Testergebnisse). Zusätzlich können signifikante Gruppenunterschiede zwischen den Kindern mit isolierter motorischer Störung und kombinierter Sprach- und Motorikstörung nachgewiesen werden; Kinder mit kombinierter Störung weisen deutlichere Defizite in der Verbal- und Handlungsskala als auch im Gesamt-IQ auf.

Drei weitere Studien beschreiben die Intelligenzprofile von Kindern mit UEMF in der WISC-IV (Wechsler, 2003; Tab. 2). So untersuchten Kastner und Petermann (2010) insgesamt jeweils 40 Kinder mit und ohne motorische Entwicklungsstörung im Alter von sechs bis elf Jahren mit der deutschen Version der Wechsler Intelligence Scale for Children-IV (Petermann & Petermann, 2011). Die Zuweisung zur klinischen Gruppe und Kontrollgruppe erfolgte anhand der Testleistungen der Kinder in der M-ABC-2 (Cut-Off-Kriterium:  $PR \leq 15$ ) (Petermann, 2015). Kinder mit einer UEMF erzielten in allen vier WISC-IV-Indizes *Sprachverständnis*, *Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken*, *Arbeitsgedächtnis* und *Verarbeitungsgeschwindigkeit* sowie im *Gesamt-IQ* niedrigere Testwerte als die Kontrollkinder. Die durchschnittliche Abweichung von der Norm beträgt ca. eine Standardabweichung. Es konnten keine Leistungsunterschiede zwischen stärker und leichter motorisch beeinträchtigten Kindern festgestellt werden.

Loh et al. (2011) vergleichen sowohl Kinder mit isolierter UEMF als auch kombinierter UEMF und ADHS sowie eine entwicklungsunauffällige Gruppe bezüglich ihrer Leistungen in den WISC-IV-Indizes *Sprachverständnis*, *Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken* und *Verarbeitungsgeschwindigkeit*. Die Zuweisung zur motorisch auffälligen Gruppe erfolgte anhand des MAND (McCarron, 1997). Es konnte festgestellt werden, dass Kinder mit isolierter UEMF und kombinierter UEMF/ADHS schlechtere Testleistungen im *Wahrnehmungsgebundenen Logischen Denken* erzielen als die Kontrollgruppe; zwischen den beiden Subgruppen UEMF und UEMF/ADHS bestanden hingegen keine Leistungsunterschiede. Kinder mit kombinierter UEMF/ADHS zeigten zusätzlich Defizite in der Verarbeitungsgeschwindigkeit; dies galt jedoch nicht für die Kinder mit isolierter UEMF. Im *Sprachverständnis* konnten keine Leistungsdifferenzen zwischen den einzelnen Subgruppen beobachtet werden.

Auch Sumner et al. (2016) untersuchten motorisch entwicklungsauffällige Kinder mit der WISC-IV (Wechsler, 2003). Die 52 Kinder der klinischen und Kontrollgruppe waren durchschnittlich sieben bis 14 Jahre alt und erzielten im Motoriktest M-ABC-2 (Henderson, Sudgen & Barnett, 2007) einen Prozentrang kleiner zehn (UEMF) bzw. größer oder gleich 25. Die Kinder mit einer UEMF

erzielten signifikant niedrigere Testwerte in den Indizes *Arbeitsgedächtnis* und *Verarbeitungsgeschwindigkeit* sowie im *Gesamt-IQ*; diese weichen jedoch mit durchschnittlich fünf IQ-Punkten im Bereich des *Arbeitsgedächtnisses* bzw. 10 IQ-Punkten in der *Verarbeitungsgeschwindigkeit* weniger deutlich von der Norm ab als in der Studie von Kastner und Petermann (2010). Das *Wahrnehmungsgebundene Logische Denken* stellt im Mittel den besten Indexwert dar. Einzelfallanalysen zeigten zusätzlich eine deutliche Heterogenität für die individuellen Leistungsprofile der UEMF-Kinder.

Aufgrund der geringen Studienanzahl zur Beurteilung der kognitiven Leistungen von Kindern mit UEMF werden ergänzend zu jenen fünf Studien, die alle vor der systematischen Literaturrecherche aufgestellten Qualitätsstandards erfüllten, vier zusätzliche Arbeiten berichtet, die ebenfalls eine Beschreibung der Intelligenzleistungen mittels eines Verfahrens nach Wechsler vornehmen, ohne jedoch allen festgelegten methodischen Standards zu genügen.

Mit der französischen Studie von Biotteau et al. (2017) liegt eine aktuelle Arbeit vor, die die Intelligenzleistungen von Kindern mit isolierter UEMF, isolierter Dyslexie und einer Kombination beider Störungsbilder vergleicht, wobei diese Ergebnisse nicht mit einer entwicklungsunauffälligen Kontrollgruppe in Beziehung gesetzt werden (*Einschlusskriterium 6*). Die insgesamt 65 Kinder (*UEMF: n=22; Dyslexie: n=20; UEMF/Dyslexie: n=23*) waren zwischen sieben und zwölf Jahre alt. Die Zuweisung zur Diagnosegruppe UEMF erfolgte auf Basis eines auffälligen Testergebnis ( $PR < 5$ ) in der französischen Version zur M-ABC (Soppelsa & Albaret, 2004). Das kognitive Leistungsprofil wurde mittels der französischsprachigen Version der WISC-IV (Wechsler, 2005) beschrieben. Der Vergleich der drei Diagnosegruppen zeigt, dass Kinder mit isolierter UEMF signifikant schlechtere Testleistungen im WISC-IV-Index *Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken* und in dem WISC-IV-Index *Verarbeitungsgeschwindigkeit* erzielten ( $p < .001$ ). Im Vergleich mit jenen Kindern, die sowohl von einer UEMF als auch einer Dyslexie betroffen sind, zeigen sich weder auf Index- noch im Gesamt-IQ statistisch bedeutsame Unterschiede in den Intelligenzleistungen. Es ist festzustellen, dass die Kinder mit isolierter UEMF ihre schlechteste Testleistung im Index *Verarbeitungsgeschwindigkeit* erzielten ( $M=82.4; SD=11.4$ ). Der Index *Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken* stellt mit einer durchschnittlichen Leistung von 95.0 IQ-Punkten ( $SD=12.3$ ) den zweit schlechtesten Index dar. Die Leistungen im Gesamt-IQ sowie im Index *Arbeitsgedächtnis* können als durchschnittlich bezeichnet werden (Gesamt-IQ:  $M=110.2; SD=16.6$ ; *Arbeitsgedächtnis: M=102.1; SD=18.3*). Im Index *Sprachverständnis* werden die besten Testleistungen er-

**Tabelle 1.** Intelligenzleistungen in der WPPSI-III von Kindern mit UEMF

Studie (Autoren, Jahr, Land)	Stichprobe Alter	Motoriktest	Motorisches Testergebnis	Erfasste Indizes	Ergebnisse
Jaščenoka, Korsch, Petermann und Petermann (2015), Deutschland	N=88 (UEMF: n=26; UEMF/ ADHS: n=25; Kontrolle: n=37)	M-ABC-2 Alter angegeben in Monaten UEMF: M=76.38; SD=4.52 UEMF/ADHS: M=75.84; SD=3.60 Kontrolle: M=74.97; SD=5.04	UEMF bzw. UEMF/ADHS: PR<15 Kontrolle: PR> 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbal-IQ</li> <li>• Handlungs-IQ</li> <li>• Verarbeitungsgeschwindigkeit</li> <li>• Gesamt-IQ</li> </ul>	<b>Gesamt-IQ Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse</b> UEMF: M=86.31; SD=12.08 UEMF/ ADHS: M=86.12; SD=11.44 Kontrolle: M=103.76; SD=10.70 <b>Gruppenvergleiche</b> UEMF- bzw. UEMF/ADHS-Kinder erzielen signifikant schlechtere Ergebnisse in den drei Subskalen und dem Gesamt- IQ ( $p<.05$ ) UEMF/ADHS vs. UEMF auf Skalenebene: Kinder mit kombinierter UEMF/ADHS schneiden in keiner Skala schlechter ab als Kinder mit isolierter UEMF ( $p<.05$ ).
Kastner et al. (2010), Deutschland	N=94 (UEMF: n=21; UEMF/ Sprache: n=20; Kontrolle: n=53)	48 bis 83 Monate Motorikskalen (Hand- und Gesamtstichprobe: M=67.25; SD=7.07) des ET 6 – 6	UEMF bzw. UEMF/Sprache: 6 min. 2 SD von der Norm	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbal-IQ</li> <li>• Handlungs-IQ</li> <li>• Gesamt-IQ</li> </ul>	<b>Gesamt-IQ Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse</b> UEMF: M=90.05; SD=11.38 UEMF/ Sprache: M=76.41; SD=10.83 Kontrolle: M=98.48; SD=11.03 <b>Gruppenvergleiche</b> UEMF vs. Kontrolle: UEMF-Kinder erzielen signifikant schlechtere Ergebnisse in bei- den Subskalen (V-IQ; $p=.030$ ; H-IQ: $p=.033$ ) und dem Gesamt- IQ ( $p=.015$ ). UEMF/Sprache vs. UEMF auf Skalenebene: Kinder mit kombinierter UEMF/Sprache schneiden in beiden Subskalen wie im Ge- samt-IQ schlechter ab als Kinder mit iso- lierter UEMF (V-IQ; $p=.000$ ; H-IQ; $p=.023$ ; Gesamt-IQ; $p=.001$ ).

Anmerkungen: ADHS: Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung; ET 6 – 6: Entwicklungstest 6 Monate bis 6 Jahre; H-IQ: Handlungs-IQ; M-ABC-2: Movement Assessment Battery for Children-2; PR: Prozentrang; SV: Sprachverständnis; UEMF: Umschriebene Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen; V-IQ: Verbal-IQ; WPPSI-III: Wechsler Preschool and Primary Scale-III

**Tabelle 2.** Intelligenzleistungen in der WISC-IV von Kindern mit UEMF

Studie (Autoren, Jahr, Land)	Stichprobe	Alter	Motoriktest	Motorisches Testergebnis	Erfasste Indizes	Gesamt-IQ	Ergebnisse
Kastner und Petermann (2010), Deutschland	N=80 (UEMF: n=40; Kontrolle: n=40)	6 bis 11 Jahre UEMF: M=7.60; SD=1.60 Kontrolle: M=97.28; SD=10.35	M-ABC-2	UEMF: PR<15 (M=4.8; SD=4.9) Kontrolle: PR>15 (M=55.0; SD=24.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachverständnis</li> <li>• Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken</li> <li>• Arbeitsgedächtnis</li> <li>• Verarbeitungsgeschwindigkeit</li> <li>• Gesamt-IQ</li> </ul>	UEMF: M=84.10; SD=11.73 Kontrolle: M=97.28; SD=10.35	<b>Gruppenvergleiche</b> UEMF vs. Kontrolle: UEMF-Kinder erzielen signifikant schlechtere Ergebnisse in allen vier WISC-IV-Indizes SV ( $p=0.10$ ), WLD ( $p=0.000$ ), AG ( $p=0.000$ ) und VG ( $p=0.000$ ) sowie im Gesamt-IQ ( $p=0.000$ ); diese liegen durchschnittlich ca. 1 SD von der Norm (M=100; SD=15).
Loh, Piek & Barrett (2011), Australien	N=48 (UEMF: n=11; UEMF/AHDS: n=11; Kontrolle: n=26)	9 bis 12 Jahre UEMF: M=10.89; SD=.97 UEMF/AHDS: M=11.31; SD=.74 Kontrolle: M=11.03; SD=.81	MAND	UEMF bzw. UEMF/AHDS: MAND<85 (M=74.91; SD=11.73) Kontrolle: MAND>85 (M=104.54; SD=13.21)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachverständnis</li> <li>• Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken</li> <li>• Verarbeitungsgeschwindigkeit</li> </ul>	keine Gesamt-IQ-Werte vorhanden	<b>signifikante Korrelationen</b> HG und WLD ( $r=.33$ ; $p=.039$ ); HG und VG ( $r=.33$ ; $p=.034$ ); HG und Gesamt-IQ ( $r=.341$ ; $p=.034$ ); M-ABC-2-Gesamt- und Gesamt-IQ ( $r=.517$ ; $p=.000$ ) <b>Gruppenvergleiche</b> UEMF vs. Kontrolle: UEMF-Kinder erzielen signifikant schlechtere Ergebnisse im Index WLD ( $p<.05$ ). UEMF/AHDS vs. Kontrolle: Kinder mit kombinierter Störung erzielen signifikant schlechtere Testleistungen im WLD und in der VG als die Kontrolle ( $p<.05$ ) UEMF/AHDS vs. UEMF: Kinder mit kombinierter UEMF/AHDS schneiden im WLD nicht schlechter ab als Kinder mit isolierter UEMF ( $p>.05$ ). Es bestehen keine signifikanten Gruppenunterschiede für das Sprachverständnis ( $p>.05$ ).
Summer, Pratt & Hill (2016), Großbritannien	N=104 (UEMF: n=52; Kontrolle: n=52)	7 bis 14 Jahre UEMF: M=9.16; SD=2.69 Kontrolle: n=9.33; SD=1.50	M-ABC-2	UEMF: PR<10 (M=2.94; SD=3.15) Kontrolle: PR>25 (M=58.38; SD=20.65)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachverständnis</li> <li>• Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken</li> <li>• Arbeitsgedächtnis</li> <li>• Verarbeitungsgeschwindigkeit</li> <li>• Gesamt-IQ</li> </ul>	UEMF: M=95.71; SD=12.13 Kontrolle: M=100.65; SD=10.54	<b>Gruppenvergleiche</b> UEMF vs. Kontrolle: UEMF-Kinder erzielen signifikant schlechtere Ergebnisse in den WISC-IV-Indizes AG ( $p=.02$ ) und VG ( $p<.001$ ) sowie im Gesamt-IQ ( $p=.02$ ).

Anmerkungen: ADHS: Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung; AG: Arbeitsgedächtnis; HG=Handgeschicklichkeit; M-ABC-2: Movement Assessment Battery for Children-2; MAND: McCarron Assessment of Neuromuscular Development ; PR: Prozentrang; SV: Sprachverständnis; UEMF: Umschriebene Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen; VG: Verarbeitungsgeschwindigkeit; WLD: Wahrnehmungsgesundenes Logisches Denken; WISC-IV: Wechsler Intelligence Scale for Children - IV

zielt ( $M=117.2$ ;  $SD=20.5$ ). Auf Subtestebene wurden insbesondere im Mosaik-Test ( $M=8.5$ ;  $SD=3.2$ ), Zahlen-Symbol-Test ( $M=6.0$ ;  $SD=2.4$ ) sowie in der Symbol-Suche ( $M=7.4$ ;  $SD=2.7$ ) niedrige Testwerte nachgewiesen.

Pratt et al. (2014) überprüften in ihrer Studie, inwieweit Kinder mit UEMF Defizite in den exekutiven Funktionen Planen und Inhibition aufweisen. Ergänzend setzten sie in ihrer Untersuchung jedoch auch den WISC-IV (Wechsler, 2003) ein und ermittelten an einer Stichprobe von insgesamt 50 Kindern im Alter von neun und zwölf Jahren (UEMF:  $n=26$ ; Kontrolle:  $n=24$ ) die durchschnittlichen Leistungen beider Subgruppen in den WISC-IV-Indizes Sprachverständnis und Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken. Der Vergleich der motorisch auffälligen Kinder (auffälliges Testergebnis in der M-ABC-2; Henderson et al., 2007) mit den Kindern der Kontrollgruppe zeigte verminderte Testleistungen im Index Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken zu Ungunsten der Kinder mit einer UEMF. Im Bereich des Sprachverständnisses konnten keine Differenzen zwischen den Gruppen identifiziert werden. Entsprechend stellt das Sprachverständnis bei den Kindern mit UEMF den besseren der beiden überprüften Indizes dar (Sprachverständnis:  $M=92.7$ ,  $SD=9.98$ ; Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken:  $M=89.96$ ;  $SV=16.63$ ).

Das Manual zur US-amerikanischen Version der WPPSI-III (Wechsler, 2002) berichtet eine klinische Validierungsstudie zu Kindern mit motorischen Entwicklungsstörungen. Eine genaue Beschreibung der Diagnosestrategie erfolgte nicht; des Weiteren handelt es sich um einen nicht peer-reviewten Beitrag (Einschlusskriterien 1 und 4; sowie Ausschlusskriterien 1 und 3). Insgesamt 16 Kinder mit motorischer Entwicklungsstörung zwischen drei und sechs Jahren wurden mit der WPPSI-III untersucht. Im Vergleich mit einer nach Alter und Geschlecht gematchten Kontrollgruppe konnten signifikante Unterschiede im Handlungs-IQ sowie im Gesamt-IQ nachgewiesen werden (Handlungsteil:  $p=.0012$ ; Gesamt-IQ:  $p=.0153$ ), jedoch nicht für den Verbal-IQ sowie die allgemeine Sprachskala (Verbal-IQ:  $p=.5417$ ; Allgemeine Sprachskala:  $p=.4953$ ). In der Verarbeitungsgeschwindigkeit ließen sich tendenziell signifikante Mittelwertunterschiede erkennen ( $p=.0596$ ). Die schlechtesten Untertestleistungen konnten für den Subtest Mosaik-Test ( $M=8.4$ ;  $SD=2.7$ ) sowie die Symbol-Suche ( $M=8.3$ ;  $SD=3.7$ ) nachgewiesen werden.

Auch im US-amerikanischen Original zur WISC-IV (Wechsler, 2003) werden Daten zur klinischen Validierung an Kindern mit UEMF berichtet, wobei die oben berichteten Mängel zur Validierungsstudie der WPPSI-III auch hier zutreffen. Die 21 Kinder mit motorischer Entwicklungsstörung erzielten signifikant schlechtere Testleistungen in den WISC-IV-Indizes Wahrnehmungsge-

bundenes Logisches Denken ( $p=.05$ ) und Verarbeitungsgeschwindigkeit ( $p<.01$ ). Auch im Gesamt-IQ erzielten die Kinder der klinischen Gruppe durchschnittlich geringere Testleistungen als die Kontrollgruppe ( $p=.08$ ). Der Gesamt-IQ weicht dabei mit einem durchschnittlichen Wert von 85.7 IQ-Punkten ( $SD=14.9$ ) knapp eine Standardabweichung vom Mittel 100 ab. Die besten Testleistungen konnten im Index Sprachverständnis beobachtet werden ( $M=95.5$ ;  $SD=11.2$ ). Auf Untertestebene erbrachten die Kinder die schlechtesten Testleistungen im Mosaik-Test ( $M=6.9$ ;  $SD=3.5$ ) sowie im Zahlen-Symbol-Test ( $M=5.9$ ;  $SD=3.1$ ) und der Symbol-Suche ( $M=6.2$ ;  $SD=3.6$ ).

## Diskussion

Die vorliegende Arbeit sollte klären, ob Kinder mit umschriebenen motorischen Entwicklungsstörungen (UEMF) neben ihrer motorischen Symptomatik spezifische Intelligenzprofile aufweisen und eine standardmäßige Abklärung kognitiver Funktionen im Rahmen einer UEMF mit standardisierten Intelligenztestverfahren sinnvoll erscheint. Eine zusammenfassende Bewertung der wichtigsten Studienergebnisse kann Tabelle 4 entnommen werden.

Im Weiteren sollen die zentralen Fragestellungen dieser Übersichtsarbeit sukzessiv diskutiert werden.

*Weichen die kognitiven Leistungen in einem standardisierten Intelligenztest von Kindern mit einer UEMF signifikant von einer entwicklungsunauffälligen Kontrollgruppe ab?* Die umfassende Auswertung der zentralen Studienergebnisse lässt im ersten Schritt darauf schließen, dass Kinder mit einer UEMF im Vergleich zu motorisch unauffälligen Kindern signifikante Leistungsabweichungen in verschiedenen Subskalen der Wechsler-Testverfahren sowie im Gesamt-IQ aufweisen. Aufgrund der dargestellten Ergebnisse zum Zusammenhang von UEMF und visuellen Wahrnehmungsdefiziten, ist davon auszugehen, dass sich die berichteten Auffälligkeiten in der visuellen Wahrnehmung negativ auf die handlungsbezogenen Leistungen von WPPSI-III und WISC-IV auswirken. Dies liegt entscheidend daran, dass alle zur Handlungsskala gehörenden Untertests der WPPSI-III bzw. die zum Index Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken gehörigen Aufgaben der WISC-IV den Umgang mit visuellen Stimuli erfordern. Diese Hypothese konnte sowohl durch die Studien von Jaščenoka et al. (2015) und Kastner et al. (2011) als auch die klinische Validierungsstudie von Wechsler (2002) bestätigt werden; es zeigten sich signifikante Leistungsabweichungen in der Handlungsskala der WPPSI-III zwischen den klinischen Gruppen der UEMF-Kinder sowie den nach Alter und Geschlecht paralleli-

**Tabelle 3.** Intelligenzleistungen von Kindern mit UEMF: Ausgeschlossene Studien

Studie (Autoren, Jahr, Land)	Stichprobe	Alter	Motoriktest	Motorisches Testergebnis	Erfasste Indizes	Gesamt-IQ	Ergebnisse Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse
Biotteau, Albarret, Long & Chaix (2017), Frankreich	N=65 (UEMF: n=22; Dyslexie: n=20; UEMF/ Dyslexie: n=23)	7 bis 12 Jahre	M-ABC	UEMF: PR<5 (TIS: M=26.4; SD=6.0)	WISC-IV <ul style="list-style-type: none"><li>• Sprachverständnis</li><li>• Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken</li><li>• Arbeitsgedächtnis</li><li>• Verarbeitungsgeschwindigkeit</li><li>• Gesamt-IQ</li></ul>	UEMF: M=100.2; SD=16.6  Dyslexie: M=107.4; SD=14.0	<b>Gruppenvergleiche</b> UEMF vs. Dyslexie: UEMF-Kinder erzielten signifikant schlechtere Ergebnisse in den WISC-IV-Indizes WLD und VG ( $p<.001$ ) als die Kinder mit isolierter Dyslexie.
Ausschlussgrund: • fehlende Kontrollgruppe		UEMF: M=9.7; SD=1.6  Dyslexie: M=10.2; SD=1.3		Dyslexie: PR>15 (TIS: M=4.4; SD=3.6)  UEMF/Dyslexie: (TIS: M=25.3; SD=6.3)			UEMF vs. UEMF/Dyslexie: Es bestehen weder auf Indexebene noch im Gesamt-IQ signifikante Leistungsunterschiede zwischen den Gruppen.
Pratt, Leonard, Adeyinka & Hill (2014), Großbritannien	N=50 (UEMF: n=26; Kontrolle: n=24)	6 bis 14 Jahre	M-ABC-2	UEMF: PR<15 (M=3.12; SD=4.20)	WISC-IV <ul style="list-style-type: none"><li>• Sprachverständnis</li><li>• Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken</li></ul>	UEMF/ Dyslexie: M=98.7; SD=16.9	<b>Deskriptive Ergebnisse</b> UEMF-Kinder erzielten ihre beste Testleistung im SV (M=117.2; SD=20.5), gefolgt vom AG (M=102.1; SD=18.3), WLD (M=95.0; SD=12.3) und der VG (M=82.4; SD=11.4).
• Vordergründig werden exekutive Funktionen untersucht		UEMF: M=9.11; SD=2.6  Kontrolle: M=9.7; SD=2.0		Kontrolle: PR>15 (M=58.25; SD=25.13)		keine Gesamt-IQ-Werte vorhanden	<b>Gruppenvergleich</b> UEMF vs. Kontrolle: UEMF-Kinder zeigen signifikant schlechtere Leistungen im WLD ( $p<.05$ ) als die Kontrollgruppe.  <b>Deskriptive Ergebnisse</b> UEMF-Kinder erzielten im SV (M=92.7; SD=9.98), bessere Leistungen als im WLD (M=89.96; SD=16.63).

**Tabelle 3.** Intelligenzleistungen von Kindern mit UEMF: Ausgeschlossene Studien (Fortsetzung)

Studie (Autoren, Jahr, Land)	Stichprobe	Alter	Motoriktest	Motorisches Testergebnis	Erfasste Indizes	Gesamt-IQ	Ergebnisse Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse
Wechsler (2002) USA	N=32 (UEMF: n=16; Kontrolle: n=16)	3;0 bis 6;11 Jahre	nicht be- kannt	nicht bekannt	WPPSI-III <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbal-IQ</li> <li>• Handlungs-IQ</li> <li>• Verarbeitungsgeschwindigkeit</li> <li>• Allgemeine Sprachskala</li> <li>• Gesamt-IQ</li> </ul>	UEMF: M=94,2; SD=8,8  Kontrolle: M=106,4; SD=15,1	<b>Gruppenvergleiche</b> UEMF vs. Kontrollgruppe: UEMF-Kinder erzielen signifikant schlechtere Ergebnisse im Handlungsteil ( $p=.0012$ ) sowie im Gesamt-IQ ( $p=.0153$ ).  Es lassen sich tendenziell signifikante Mittelwertunterschiede in der Verarbeitungsgeschwindigkeit erkennen ( $p=.0596$ ).  <b>Deskriptive Ergebnisse</b> UEMF-Kinder erzielten ihre beste Testleistung in der AS (M=105,8; SD=12,9) und im VT (M=102,2; SD=8,8), gefolgt von der VG (M=102,1; SD=18,3), und dem HT (M=87,7; SD=11,7).
Wechsler (2003) USA	N=42 (UEMF: n=21; Kontrolle: n=21)	6;0 bis 16;11 Jahre	nicht be- kannt	nicht bekannt	WISC-IV <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachverständnis</li> <li>• Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken</li> <li>• Arbeitsgedächtnis</li> <li>• Verarbeitungsgeschwindigkeit</li> <li>• Gesamt-IQ</li> </ul>	UEMF: M=85,7; SD=14,9  Kontrolle: M=96,7; SD=15,1	<b>Gruppenvergleiche</b> UEMF vs. Kontrollgruppe: UEMF-Kinder erzielen signifikant schlechtere Ergebnisse in den Indizes WLD ( $p=.005$ ) und VG ( $p<.01$ ) sowie im Gesamt-IQ ( $p=.008$ ).  <b>Deskriptive Ergebnisse</b> UEMF-Kinder erzielten ihre beste Testleistung im SV (M=95,5; SD=11,2), gefolgt vom AG (M=92,09; SD=13,1) und WLD (M=83,8; SD=16,0) sowie der VG (M=78,2; SD=14,9).

Anmerkungen: ADHS: Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung; AG: Arbeitsgedächtnis; AS: Allgemeine Sprachskala; HT: Handlungsteil; M-ABC: Movement Assessment Battery for Children; M-ABC-2: Movement Assessment Battery for Children-2; PR: Prozentrang; SV: Sprachverständnis; TIS: Total Impairment Score (aus M-ABC); UEMF: Umschriebene Entwicklungsstörung der motorischen Funktionen; VG: Verarbeitungsgeschwindigkeit; VT: Verbal-Teil; WLD: Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken; WISC-IV: Wechsler Intelligence Scale for Children-IV; WPPSI-III: Wechsler Preschool and Primary Scale-III

**Tabelle 4.** Zusammenfassung der Studien: Signifikant geringere Testleistungen von Kindern mit UEMF im Vergleich mit Kontrollgruppen

Eingesetztes Verfahren	Studie	Signifikantes Ergebnis	
Intelligenzleistungen – WPPSI-III	Gesamt-IQ	Jaščenoka et al. (2015)	Ja
		Kastner et al. (2011)	Ja
		Wechsler (2002)	Ja
	Verbal-IQ	Jaščenoka et al. (2015)	Ja
		Kastner et al. (2011)	Ja
		Wechsler (2002)	Nein
Handlungs-IQ	Jaščenoka et al. (2015)	Ja	
	Kastner et al. (2011)	Ja	
	Wechsler (2002)	Ja	
Verarbeitungsgeschwindigkeit	Jaščenoka et al. (2015)	Ja	
	Wechsler (2002)	Nein, aber mit Tendenz zur Signifikanz	
Intelligenzleistungen – WISC-IV	Gesamt-IQ	Kastner & Petermann (2010)	Ja
		Sumner et al. (2016)	Ja
		Wechsler (2003)	Ja
	Sprachverständnis	Kastner & Petermann (2010)	Ja
		Loh et al. (2011)	Nein
		Sumner et al. (2016)	Nein
		Pratt et al. (2014)	Nein
	Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken	Wechsler (2003)	Nein
		Kastner & Petermann (2010)	Ja
		Loh et al. (2011)	Ja
	Arbeitsgedächtnis	Sumner et al. (2016)	Nein
		Pratt et al. (2014)	Ja
Wechsler (2003)		Ja	
Verarbeitungsgeschwindigkeit	Kastner & Petermann (2010)	Ja	
	Sumner et al. (2016)	Ja	
	Loh et al. (2011)	Ja: Kinder mit UEMF/ADHS Nein: Kinder mit isolierter UEMF	
	Wechsler (2003)	Ja	

Anmerkung: Die kursiv dargestellten Studien erfüllen nicht alle aufgestellten Qualitätskriterien.

sierten Kontrollgruppen. Ähnliche Tendenzen können auch für das Grundschulalter nachgewiesen werden (Kastner & Petermann, 2010; Loh et al., 2011; Pratt et al., 2014; Wechsler, 2003). Die Testleistungen der Kinder im Index Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken unterscheiden sich mit Ausnahme der Arbeit von Sumner et al. (2016) ebenfalls signifikant von der Kontrollgruppe.

Die Analyse der Daten auf Untertestniveau brachte zusätzlich hervor, dass die Kinder mit motorischen Defiziten ihre schlechtesten Testleistungen sowohl im Vorschulalter als auch Grundschulalter überwiegend im Mosaik-Test erbrachten. Dies scheint plausibel, da der Mosaik-Test eine Reihe visueller Wahrnehmungsleistungen (Analyse und Synthetisieren abstrakter visueller Stimuli, nonverbale Konzeptbildung, Figur-Grund-Unterscheidung) sowie ein hohes Maß an visuo-motorischer Koordination erfordert.

Neben einem negativen Einfluss visueller Wahrnehmungsdefizite auf die Intelligenzleistungen von Kindern

mit einer UEMF ist weiterhin zu vermuten, dass sich geringere Aufmerksamkeits- und Arbeitsgedächtnisleistungen negativ auf die Ergebnisse der beiden Untertests der Wechsler-IQ-Tests Symbol-Suche und Symbole kodieren sowie den aus diesen beiden Untertests gebildeten Index Verarbeitungsgeschwindigkeit auswirken. Die Annahme geringerer Testleistungen von UEMF-Kindern in diesen Untertests des Index Verarbeitungsgeschwindigkeit kann zumindest in der Tendenz sowohl für das Vorschulalter als auch das Grundschulalter bestätigt werden, wobei dieser Effekt mit Ausnahmen der Arbeiten von Loh et al. (2011) und Wechsler et al. (2002) signifikant ausfällt. Ob es sich an dieser Stelle um tatsächliche Defizite der Aufmerksamkeitsleistungen sowie im visuellen Arbeitsgedächtnis handelt oder dieser Effekt ausschließlich auf die verlangsamte motorische Ausführung dieser Paper-Pencil-Aufgabe zurückzuführen ist, kann nicht eindeutig geklärt werden. So konnten Sumner et al. (2016) in ihrer Studie nach Kontrolle des Merkmals Handgeschicklich-

keit des Motoriktests M-ABC keine Unterschiede im Index Verarbeitungsgeschwindigkeit zwischen Kindern mit motorischer Störung und der Kontrollgruppe feststellen. Zusätzlich belegten Kastner und Petermann (2010), dass die Testergebnisse der Kinder im Index Verarbeitungsgeschwindigkeit signifikant mit deren Handgeschicklichkeit korrelieren.

Die WISC-IV gibt die bisherige Trennung in Handlungs- und Verbal-IQ auf und gibt zusätzlich zu den stattdessen eingeführten Indizes Sprachverständnis, Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken und Verarbeitungsgeschwindigkeit auch einen Index zum Arbeitsgedächtnis an, welcher aus den Untertests Zahlen nachsprechen und Buchstaben-Zahlen-Folgen gebildet wird. Beide Subtests der WISC-IV stellen besondere Anforderungen an das verbale Arbeitsgedächtnis, da beide Aufgaben mündlich zu bearbeiten sind. Die Ergebnisse von Kastner und Petermann (2010) sowie Sumner et al. (2016) widersprechen an dieser Stelle anderen Befunden wie beispielweise aus den Arbeiten von Leonard et al. (2015) sowie Piek, Dyck, Francis und Conwell (2007), die für das Grundschulalter keine Einschränkungen im verbalen Arbeitsgedächtnis von UEMF-Kindern belegen konnten. Da die beiden Untertests Zahlen nachsprechen und Buchstaben-Zahlen-Folgen neben Arbeitsgedächtnis auch Aufmerksamkeitsleistungen beanspruchen, wäre es zusätzlich denkbar, dass die geringen Testleistungen in den Studien von Kastner und Petermann (2010) sowie Sumner et al. (2016) auf defizitäre Aufmerksamkeitsfunktionen der Kinder zurückführbar sind.

Abschließend ist davon auszugehen, dass die sprachlichen Leistungen von Kindern mit UEMF unbeeinträchtigt sind. Dafür sprechen z. B. die Ergebnisse von Archibald und Alloway (2008), die die sprachlichen Leistungen von UEMF-Kindern untersuchten. Der Vergleich von motorisch auffälligen und unauffälligen Kindern zeigte lediglich statistisch bedeutsame Leistungsunterschiede für das *Nachsprechen von Nicht-Wörtern und die Nacherzählfertigkeiten* der Kinder, wobei beide Untertests auch in hohem Maße Gedächtnisleistungen erfordern. Entgegen dieser Erwartungen schneiden die Kinder im Vorschulalter in den Untersuchungen von Jaščenoka et al. (2015) sowie Kastner et al. (2011) in den verbalen Untertests der WPPSI-III schlechter ab als die Kinder der Kontrollgruppe. In der Untersuchung von Kastner et al. (2011) übersteigt der Verbal-IQ zumindest den Handlungs-IQ der Kinder, in der Studie von Jaščenoka et al. (2015) ist der Verbal-IQ (wenn auch nur geringfügig) geringer als der Handlungs-IQ. Für das Grundschulalter wird erwartungskonform jedoch überwiegend ein unbeeinträchtigtes Sprachverständnis berichtet (Loh et al., 2011; Pratt et al., 2014; Sumner et al., 2016; Wechsler, 2003). Eine Ausnahme bildet die Arbeit von Kastner und Petermann

(2010), wobei dieser Effekt größtenteils auf das schlechte Abschneiden der Kinder im Untertest Gemeinsamkeiten finden in der WPPSI-III zurückführbar ist.

Ein negativer Einfluss umschriebener motorischer Entwicklungsstörungen auf den Gesamt-IQ konnte sowohl für das Vorschul- als auch für das Grundschulalter beschrieben werden (Jaščenoka et al., 2015; Kastner & Petermann, 2010; Kastner et al., 2011; Sumner et al., 2016; Wechsler, 2002, 2003). Da sich der Gesamt-IQ aus jenen Untertests errechnet, die auch den einzelnen Indizes zugeordnet sind, ist dies aufgrund der oben dargestellten Ergebnisse naheliegend.

*Weisen Kinder mit einer UEMF ein spezifisches Intelligenzprofil auf?* Für die klinische Praxis ist die Frage nach spezifischen Intelligenzprofilen von Kindern mit motorischer Entwicklungsstörung von besonderer Relevanz. So wäre es einerseits ökonomisch, wenn sich die im Rahmen einer UEMF möglichen kognitiven Defizite mittels eines Intelligenztestverfahrens aufdecken ließen, andererseits könnte ein bestimmtes kognitives Leistungsprofil im Rahmen des diagnostischen Prozesses anderer Verhaltens- oder Entwicklungsstörungen dazu anregen, eine zusätzliche Überprüfung des motorischen Funktionsniveaus vorzunehmen.

Die Frage nach einem spezifischen Intelligenzprofil von Kindern mit einer UEMF lässt sich zusammenfassend wie folgt beantworten, wobei aufgrund der geringen Studienanzahl eine Verallgemeinerung der Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten ist:

- Kinder mit einer UEMF erzielen geringere Testleistungen im Handlungs-IQ der WPPSI-III bzw. im Index Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken der WISC-IV.
- UEMF-Kinder schneiden im Vorschulalter entgegen der Erwartungen auch im Verbal-IQ der WPPSI-III schlechter ab als entwicklungsunauffällige Kinder.
- Im Grundschulalter scheint der Index Sprachverständnis der WISC-IV weitestgehend unbeeinträchtigt.
- Kinder mit einer UEMF zeigen sowohl im Vorschul- als auch im Grundschulalter signifikant geringere Testleistungen im Index Verarbeitungsgeschwindigkeit.
- Die WISC-IV-Leistungsprofile für den Index Arbeitsgedächtnis unterscheiden sich signifikant von einer Kontrollgruppe zu Ungunsten der UEMF-Kinder.
- Der Gesamt-IQ in WPPSI-III und WISC-IV fällt signifikant geringer aus als bei entwicklungsunauffälligen Kindern.

*Verändern sich die Intelligenzprofile im Entwicklungsverlauf?* Drei der berichteten Studien fokussieren ihre Analysen auf das Vorschulalter (Jaščenoka et al., 2015; Kastner et al., 2011; Wechsler, 2002), sechs Studien untersuchten Kinder ab dem Grundschulalter (Bioutteau, 2017;

Kastner & Petermann, 2010; Loh et al., 2011; Pratt et al., 2014; Sumner et al., 2016; Wechsler, 2003). Da alle Arbeiten ausschließlich querschnittliche Daten analysieren, kann die Frage nach Veränderungen der Intelligenzprofile im Entwicklungsverlauf begrenzt bzw. nur spekulativ beantwortet werden. Auffällig ist jedoch, dass die Vorschulkinder im Vergleich mit den Studien mit Grundschulkindern deutlichere Abweichungen in ihren sprachlichen Leistungen zeigen. Während der Index Sprachverständnis im Grundschulalter der verlässlichste Prädiktor zur Einschätzung des „tatsächlichen“ kognitiven Leistungsniveaus von UEMF-Kindern darzustellen scheint, unterschreitet der Verbal-IQ in der Arbeit von Jaščenoka et al. (2015) sogar den Handlungs-IQ. Wie ist dieses Phänomen zu erklären?

Im Kindergartenalter scheinen Motorikprobleme häufig mit Sprach- und Kommunikationsproblemen einherzugehen (Gaines & Missiuna, 2007). Die sprachliche Entwicklung und deren Förderung nimmt im Kindergarten- und Vorschulalter im Vergleich eine besondere Stellung ein; so ist eine Sprachstandserhebung ein Jahr vor Einschulung mittlerweile in vielen Bundesländern obligatorisch. Bei auffälligen Ergebnissen erhalten die Kinder entsprechende Förderung ihrer sprachlichen Kompetenzen, um der Ausbildung von Lernstörungen präventiv entgegenzuwirken und den Kindern einen positiven Schulstart zu ermöglichen (vgl. Petermann, 2016). Eventuell profitieren die Kinder positiv von den entsprechenden Förderangeboten und es gelingt ihnen, ihre sprachlichen Kompetenzen im Entwicklungsverlauf zu verbessern. Im Gegensatz dazu werden Auffälligkeiten in der motorischen Entwicklung häufig lange als untere Normvariante eingestuft und den Eltern versichert, dass die Kinder der motorischen Störung ohne weitere Fördermaßen entwachsen (Kastner & Petermann, 2009). Erhebliche motorische Defizite werden häufig erst zu Beginn des Grundschulalters festgestellt, weil insbesondere feinmotorische Probleme die handschriftlichen Leistungen der Kinder stark beeinflussen. Eine umfassende Diagnostik sowie eine Einleitung entsprechender therapeutischer Maßnahmen erfolgt somit häufig erst nach dem Eintritt in die Schule.

Auffälligkeiten in den handlungsbezogenen Leistungen scheinen sich vom Vorschulalter zum Grundschulalter hin nicht zu reduzieren. So konnten sowohl für das Vorschulalter defizitäre Leistungen im Handlungs-IQ der WPPSI-III (Jaščenoka et al., 2015; Kastner et al., 2011) als auch im Index Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken der WISC-IV beobachtet werden (Kastner & Petermann, 2010; Loh et al., 2011; Sumner et al., 2016; Pratt et al., 2014; Wechsler, 2003). Ähnliche Tendenzen sind auch für den Index Verarbeitungsgeschwindigkeit nachweisbar (Jaščenoka et al., 2015; Kastner & Petermann, 2010; Sumner et al., 2016).

Zuverlässige Aussagen über den Entwicklungsverlauf kognitiver Defizite lassen sich anhand dieser querschnittlichen Daten nicht vornehmen. Längsschnittstudien aus den Anfängen der 90er Jahre deuten aber darauf hin, dass insbesondere Schulleistungsprobleme (Losse et al., 1991) und Konzentrationsschwierigkeiten persistieren (Geuze & Börger, 1993). Es existieren einige Studien, die den Verlauf der UEMF untersuchen. Es liegen ausreichend Hinweise vor, dass die motorische Entwicklungsstörung bei ca. 50 bis 70 % der Kinder bis in das Erwachsenenalter hinein fortbesteht (Cantell, Smyth & Ahonen, 1994; Losse et al., 1991; Visser, Geuze & Kalverboer, 1998). Bereits 1999 fanden Kadesjö und Gillberg bei 7-jährigen Kindern mit der Diagnose UEMF eine Persistenz der UEMF im Alter von 8 Jahren und in der Folge im Alter von 10 Jahren ein eingeschränktes Leseverständnis. Kinder mit UEMF scheinen im späteren Schulalter schlechtere Ergebnisse bei schulischen Leistungen zu zeigen (Cantell, Smyth & Ahonen, 2003) als gesunde Gleichaltrige, dies gilt besonders für den Bereich der Arithmetik (Tseng, Howe, Chuang & Hsieh, 2007). Ein solcher Befund könnte mit den bekannten visuell-räumlichen Schwierigkeiten mancher UEMF-Kinder zusammenhängen.

*Beeinflussen komorbide Störungen die Intelligenzprofile?* Insgesamt vier Studien betrachten den Einfluss komorbider Störungen auf die Intelligenzprofile von Kindern mit einer UEMF. Jaščenoka et al. (2015) und Loh et al. (2011) überprüften, inwieweit eine zusätzliche ADHS-Diagnose die Testergebnisse in der WISC-IV (Loh et al., 2015) bzw. in der WPPSI-III (Jaščenoka et al., 2015) beeinflusst. Kinder mit der Kombinationsdiagnose UEMF/ADHS schneiden nach Loh et al. (2011) in der Verarbeitungsgeschwindigkeit signifikant schlechter ab als Kinder mit isolierter UEMF; nach Jaščenoka et al. (2015) unterscheiden sich Kinder mit kombinierter UEMF/ADHS und isolierter UEMF hingegen nicht signifikant in ihren Intelligenzleistungen.

Kinder mit kombinierter Diagnose aus UEMF/Sprache wurden von Kastner et al. (2011) untersucht. Es konnte nachgewiesen werden, dass Kinder, die an einer kombinierten Entwicklungsstörung der Sprache und Motorik litten, signifikant schlechter in den beiden Subskalen Verbal- und Handlungs-IQ der WPPSI-III sowie im Gesamt-IQ abschnitten als Kinder mit isolierter UEMF.

Biotteau et al. (2017) verglichen die WISC-IV-Intelligenzprofile von Kindern mit einer isolierten UEMF, einer isolierten Dyslexie sowie Kinder mit der Kombinationsdiagnose UEMF/Dyslexie. Es konnte nachgewiesen werden, dass Kinder mit isolierter UEMF zwar signifikant schlechtere Leistungen im Index Wahrnehmungsgebundenes Logisches Denken erbrachten als Kinder mit isolierter Dyslexie, jedoch besteht kein Unterschied im Vergleich der beiden Diagnosegruppen isolierte UEMF mit kombinierter UEMF/Dyslexie.

Insgesamt existieren aktuell nur wenige Studien, die den Zusammenhang von UEMF und Intelligenzleistungen betrachten. Die aktuelle Forschungslage deutet jedoch darauf hin, dass ein komorbides Auftreten von UEMF und weiteren kognitiven Defiziten eher die Regel als die Ausnahme darstellt (Blank et al., 2012; Kastner & Petermann, 2009), weshalb an dieser Stelle weitere Forschung benötigt wird, um neue Standards in Diagnostik und Therapie im Kindesalter zu etablieren.

## Schlussfolgerungen für die klinische Praxis

Für den Entwicklungsverlauf der UEMF ist zentral, dass kognitive Defizite frühzeitig erkannt werden, um schulischem Versagen effektiv entgegen zu wirken. Weitere Längsschnittstudien sind jedoch erforderlich, um die Veränderung der Symptomatik vom Kindergarten bis in die Pubertät zu beobachten.

Als Gruppe zeigen Kinder mit UEMF ein erheblich heterogeneres Intelligenzprofil als entwicklungsunauffällige Kinder. Einzelfallanalysen zeigen weiterhin, dass Kinder mit einer UEMF kein typisches Intelligenzprofil aufweisen. Dies bedeutet, dass die Identifikation einer UEMF auf Basis eines typischen IQ-Profiles nicht möglich ist und im Verdachtsfalle einer UEMF auf das nach DSM-5 empfohlene Standardprozedere zurückzugreifen ist.

Abschließend können deshalb folgende Empfehlungen ausgesprochen werden:

- Bei Kindern mit UEMF ist es im Rahmen des diagnostischen Prozesses unerlässlich, eine Mehrbereichsdiagnostik vorzunehmen, um den allgemeinen kognitiven Leistungsstand sowie visuelle Wahrnehmungsleistungen, Arbeitsgedächtnis- und Aufmerksamkeitsleistungen zu untersuchen.
- Verfahren, die auf den Wechsler-Skalen basieren (wie der WISC-IV oder die WPPSI-III), können orientierend eingesetzt werden, da diese Intelligenztests ökonomisch in einem Verfahren verschiedene kognitive Leistungen abbilden.
- Im Vorschulalter könnte eine zusätzliche Abklärung von Arbeitsgedächtnisleistungen sinnvoll sein, da die WPPSI-III diese nicht als eigenständigen Index ausweist.
- Aufmerksamkeitsleistungen können mit den Wechsler-Skalen nur äußerst begrenzt erfasst werden, weshalb bei entsprechenden Hinweisen aus der Anamnese eine zusätzliche Überprüfung der Aufmerksamkeitsfunktionen sinnvoll erscheint.
- Sehr geringe Leistungen im Index Verarbeitungsgeschwindigkeit der WPPSI-III bzw. der WISC-IV sollten den Praktiker im Rahmen der Diagnostik anderer Entwicklungs- und Verhaltensstörungen zu einer genaueren Betrachtung des motorischen Entwicklungsstandes veranlassen.
- Im Schulalter könnte der Index Sprachverständnis den zuverlässigsten Indikator zur Einschätzung des tatsächlichen kognitiven Leistungsstandes eines UEMF-Kindes darstellen.
- Sind komorbide Störungen vorhanden, ist es standardmäßig sinnvoll, eine Intelligenzdiagnostik durchzuführen, da die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen kognitiver Defizite erhöht scheint.

## Literatur

- Alloway, T. P. & Archibald, L. (2008). Working memory and learning in children with developmental coordination disorder and specific language impairment. *Journal of Learning Disabilities*, 41, 251–262.
- Alloway, T. P. & Temple, K. J. (2007). A comparison of working memory skills and learning in children with developmental coordination disorder and moderate learning difficulties. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 473–487.
- Archibald, L. & Alloway, T. P. (2008). Comparing language profiles: children with specific language impairment and developmental coordination disorder. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 43, 165–180.
- Asonitou, K., Koutsouki, D., Kourtessis, T. & Charitou, S. (2012). Motor and cognitive performance differences between children with and without developmental coordination disorder (DCD). *Research in Developmental Disabilities*, 33, 996–1005.
- Biotteau, M., Albaret, J. M., Lelong, S. & Chaix, Y. (2017). Neuropsychological status of French children with developmental dyslexia and/or developmental coordination disorder: Are both necessarily worse than one? *Child Neuropsychology*, 23, 422–441.
- Blank, R., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H. & Wilson, P. (2012). European Academy for Childhood Disability (EACD): Recommendations on the definition, diagnosis and intervention of developmental coordination disorder (long version). *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54, 54–93.
- Cantell, M. H., Smyth, M. M. & Ahonen, T. P. (1994). Clumsiness in adolescence – Educational, motor, and social Outcomes of motor delay detected at 5-years. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 115–129.
- Cantell, M. H., Smyth, M. M. & Ahonen, T. P. (2003). Two distinct pathways for developmental coordination disorder: Persistence and resolution. *Human Movement Science*, 22, 413–431.
- Castles, A., Kohonen, S., Nickels, L., & Brock, J. (2014). Developmental disorders: What can be learned from cognitive neuropsychology? *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 369, 1634.
- Cheng, C. H., Ju, Y. Y., Chang, H. W., Chen, C. L., Pei, Y. C., Tseng, K. C. & Cheng, H. Y. K. (2014). Motor impairments screened by the Movement Assessment Battery for Children-2 are related to the visual-perceptual deficits in children with Developmental Co-

- ordination Disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 2172–2179.
- Cheng, H. C., Chen, J. Y., Tsai, C. L., Shen, M. L. & Cherng, R. J. (2011). Reading and writing performances of children 7–8 years of age with developmental coordination disorder in Taiwan. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 2589–2594.
- Dewey, D., Kaplan, B. J., Crawford, S. G. & Wilson, B. N. (2002). Developmental coordination disorder: Associated problems in attention, learning, and psychosocial adjustment. *Human Movement Science*, 21, 905–918.
- Gaines, R. & Missiuna, C. (2007). Early identification: are speech/language-impaired toddlers at increased risk for Developmental Coordination Disorder? *Child Care Health and Development*, 33, 325–332.
- Geuze, R. & Börger, H. (1993). Children who are clumsy: Five years later. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 10, 10–21.
- Gillberg, C. (1998). Hyperactivity, inattention and motor control problems: Prevalence, comorbidity and background factors. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 50, 107–117.
- Gomez, A., Piazza, M., Jobert, A., Dehaene-Lambertz, G., Dehaene, S. & Huron, C. (2015). Mathematical difficulties in developmental coordination disorder: Symbolic and nonsymbolic number processing. *Research in Developmental Disabilities*, 55, 43–44, 167–178.
- Henderson, S. E., Sudgen, D. A. & Barnett, A. L. (2007). *Movement Assessment Battery for Children (M-ABC-2)*. London: Psychological Corporation.
- Jaščenoka, J., Korsch, F., Petermann, F. & Petermann, U. (2015). Kognitive Leistungsprofile von Kindern mit motorischen Entwicklungsstörungen und ADHS im Vorschulalter. *Praxis der Kinderpsychologie und Kinderpsychiatrie*, 64, 117–134.
- Kadesjö, B. & Gillberg, C. (1998). Attention deficits and clumsiness in Swedish 7-year-old children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 40, 796–804.
- Kadesjö, B. & Gillberg, C. (1999). Developmental coordination disorder in Swedish 7-year-old children. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 38, 820–828.
- Kastner, J., Lipsius, M., Hecking, M., Petermann, F., Petermann, U., Mayer, H. & Springer, S. (2011). Kognitive Leistungsprofile motorisch und sprachentwicklungsverzögerter Vorschulkinder. *Kindheit und Entwicklung*, 20, 173–185.
- Kastner, J. & Petermann, F. (2009). Entwicklungsbedingte Koordinationsstörungen. *Psychologische Rundschau*, 60, 73–81.
- Kastner, J. & Petermann, F. (2010). Entwicklungsbedingte Koordinationsstörungen: Zum Zusammenhang von motorischen und kognitiven Defiziten. *Klinische Pädiatrie*, 222, 26–34.
- Leonard, H. C., Bernardi, M., Hill, E. L. & Henry, L. A. (2015). Executive functioning, motor difficulties, and developmental coordination disorder. *Developmental Neuropsychology*, 40, 201–215.
- Loh, P. R., Pick, J. P. & Barrett, N. C. (2011). Comorbid ADHD and DCD: Examining cognitive functions using the WISC-IV. *Research in Developmental Disabilities*, 32, 1260–1269.
- Losse, A., Henderson, S. E., Elliman, D., Hall, D., Knight, E. & Jongmans, M. (1991). Clumsiness in children – Do they grow out of it – A 10-year follow-up-study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33, 55–68.
- McCarron, L. T. (1997). *McCarron Assessment of Neuromuscular Development: Fine and gross motor abilities* (rev. ed.). Dallas: Common Market Press.
- Michel, E., Kauer, M. & Roeber, C. M. (2011). Motorische Koordinationsdefizite im Kindesalter. Welche Bedeutung haben kognitive Basisfunktionen? *Kindheit und Entwicklung*, 20, 49–58.
- Petermann, F. (2006). Intelligenzdiagnostik. *Kindheit und Entwicklung*, 15, 71–75.
- Petermann, F. (Hrsg.). (2015). *Movement Assessment Battery for Children-2 (M-ABC-2)* (4., überarb. u. erw. Aufl.). Frankfurt: Pearson Assessment.
- Petermann, F. (2016). Sprachentwicklungsstörungen. *Kindheit und Entwicklung*, 25, 131–134.
- Petermann, F. (2018). Umschriebene Entwicklungsstörungen. *Kindheit und Entwicklung*, 27, 1–4.
- Petermann, F. & Macha, T. (2013). *Entwicklungstest 6 Monate – 6 Jahre Revision (ET 6–6-R)*. Frankfurt: Pearson Assessment.
- Petermann, F. & Petermann, U. (Hrsg.). (2011). *Wechsler Intelligence Scale for Children-IV (WISC-IV) – Deutsche Version*. Frankfurt: Pearson Assessment.
- Petermann, F., Ricken, G., Fritz, A. Schuck, K. D. & Preuß, U. (Hrsg.). (2014). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-III (WPPSI-III) – Deutsche Version* (3., überarb. u. erw. Aufl.). Frankfurt: Pearson Assessment.
- Petermann, F., Stein, I. A. & Macha, T. (2008). *Entwicklungsdiagnostik mit dem ET 6–6* (3., veränd. Aufl.). Frankfurt: Pearson Assessment.
- Petermann, F. & Toussaint, A. (2009). Neuropsychologische Diagnostik der ADHS. *Kindheit und Entwicklung*, 18, 83–94.
- Piek, J. P., Dyck, M. J., Francis, M. & Conwell, A. (2007). Working memory, processing speed, and set-shifting in children with developmental coordination disorder and attention-deficit-hyperactivity disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49, 678–683.
- Pratt, M. L., Leonard, H. C., Adeyinka, H. & Hill, E. L. (2014). The effect of motor load on planning and inhibition in developmental coordination disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 1579–1587.
- Smits-Engelsman, B., Schoemaker, M., Delabastita, T., Hoskens, J. & Geuze, R. (2015). Diagnostic criteria for DCD: Past and future. *Human Movement Science*, 42, 293–306.
- Soppelsa, R. & Albaret, J. M. (2004). *Manuel de la Batterie d'Évaluation du Mouvement chez l'Enfant [Movement-ABC]*. Paris: ECPA.
- Sumner, E., Pratt, M. L. & Hill, E. L. (2016). Examining the cognitive profile of children with Developmental Coordination Disorder. *Research in Developmental Disabilities*, 56, 10–17.
- Tsai, C. L., Wilson, P. H. & Wu, S. K. (2008). Role of visual-perceptual skills (non-motor) in children with developmental coordination disorder. *Human Movement Science*, 27, 649–664.
- Tsai, C. L. & Wu, S. K. (2008). Relationship of visual perceptual deficit and motor impairment in children with developmental disabilities disorder. *Perceptual and Motor Skills*, 107, 457–472.
- Tseng, M. H., Howe, T. H., Chuang, I. C. & Hsieh, C. L. (2007). Cooccurrence of problems in activity level, attention, psychosocial adjustment, reading and writing in children with developmental coordination disorder. *International Journal of Rehabilitation Research*, 30, 327–332.
- Visser, J., Geuze, R. H. & Kalverboer, A. F. (1998). The relationship between physical growth, the level of activity and the development of motor skills in adolescence: Differences between children with DCD and controls. *Human Movement Science*, 17, 573–608.
- Wechsler, D. (2002). *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence-Third Edition. Technical and interpretative Manual*. San Antonio: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2003). *Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition. Technical and interpretative manual*. San Antonio: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2005). *WISC-IV. Echelle d'intelligence de Wechsler pour enfants [Wechsler-Intelligenz-Skala für Kinder]* (4<sup>e</sup> ed.). Paris: ECPA.

Wilson, P. H. & McKenzie, B. E. (1998). Information processing deficits associated with developmental coordination disorder: A meta-analysis of research findings. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39, 829–840.

Wilson, P. H., Riddock, S., Smits-Engelsman, B., Polatajko, H. & Blank, R. (2013). Understanding performance deficits in developmental coordination disorder: a meta-analysis of recent research. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55, 217–228.

**Dr. Julia Jaščenoka**

**Prof. Dr. Franz Petermann**

Zentrum für Klinische Psychologie und Rehabilitation  
der Universität Bremen

Grazer Straße 6

28359 Bremen

jascenoka@uni-bremen.de