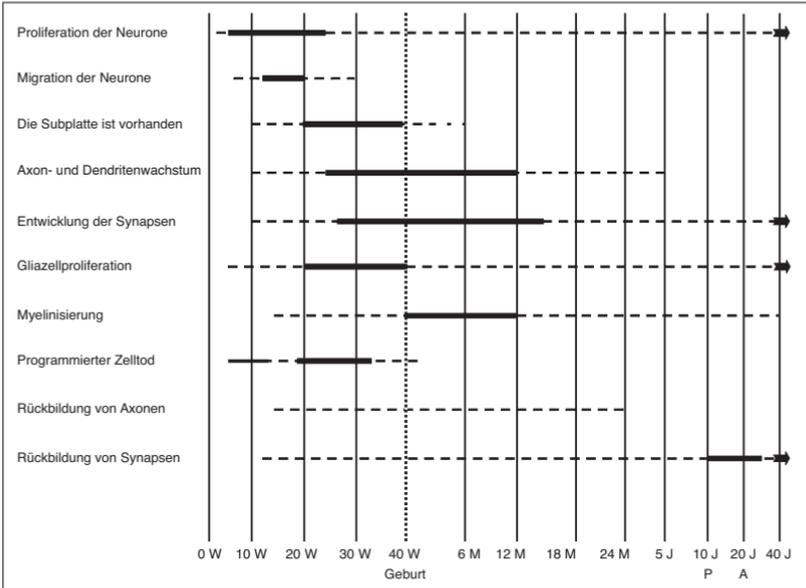


# 1 Einführung

Die Darstellung einer speziellen und ausführlichen Untersuchungsmethode für Kinder mit milden Auffälligkeiten neurologischer Funktionen muss gerechtfertigt werden. Warum sind die bislang von Neuropädiatern und Neurologen angewandten Techniken nicht ausreichend? Diese Frage lässt sich in zwei Fragen aufteilen. Warum eine Untersuchung speziell für Kinder? Und warum eine für milde Auffälligkeiten?

Bei der Beantwortung der ersten Frage muss berücksichtigt werden, dass sich das Nervensystem eines Kindes qualitativ von dem eines Erwachsenen unterscheidet. Es unterliegt raschen Veränderungen, während es beim Erwachsenen eine relativ stabile Entwicklungsphase erreicht hat. Die eindrucklichsten Veränderungen finden pränatal und in den ersten Lebensjahren, viele jedoch auch noch nach dem 2. Lebensjahr statt (► **Abb. 1.1**). Beispielsweise ist das Dendritenwachstum der corticalen Neurone erst im Alter von 5 Jahren abgeschlossen (Koenderik und Uyilings 1995). Die wichtigsten cerebralen Veränderungen nach dem Vorschulalter bestehen aus einer komplexen und überschießenden synaptischen Reorganisation, die durch die Bildung und Elimination von Synapsen und die Myelinisierung zustande kommt (De Graaf-Peters und Hadders-Algra 2006). Diese Prozesse sind mit einem stetigen Hirnwachstum im Kindes- und Jugendalter verbunden. Sie sind das Ergebnis einer Volumenabnahme der grauen Substanz bei Volumenzunahme der weißen Substanz (Sowell et al. 2004; Wilke et al. 2007). Die Volumenabnahme tritt global, jedoch mit regionalen Unterschieden auf: Am deutlichsten ist sie occipital und rechts frontal, wohingegen es in der vorderen und hinteren perisylvischen Region, z. B. dem Broca- und Wernicke-Areal, zu einer Volumenzunahme (nicht Volumenabnahme) der grauen Substanz kommt. Vom Schulalter bis zur Adoleszenz finden die Veränderungen der weißen Substanz besonders präfrontal, im Bereich der inneren Kapsel, in den Basalganglien, an den Thalamusbahnen, den ventralen Sehbahnen und dem Balken statt (Barnea-Goraly et al. 2005).

Diese stetigen Veränderungen des sich entwickelnden Gehirns müssen bei der neurologischen Untersuchung berücksichtigt werden, und zwar sowohl bei der Technik als auch bei der Befundinterpretation. Die Untersucherin sollte also mit dem natürlichen Verlauf der neurologischen Entwicklung vertraut sein, da einige Befunde sich mit dem Alter lediglich verändern (z. B. Diadochokinese), während andere sich ganz verlieren (z. B. viele assoziierte Bewegungen). Zudem gibt es einige für das Kindesalter typische neurologische Befunde: Das gilt für choreatiforme Dyskinesien (sofern sie überhaupt auftreten), die beim Kind stärker ausgeprägt sind als beim Erwachsenen, und leichte Gangauffälligkeiten, die beim Kind deutlicher zu erkennen sind als später, wenn das Gangbild sich voll ausgebildet hat. Eine Untersuchungsmethode, die starr von den neurologischen Gegebenheiten des Erwachsenen ausgeht, ist daher für Kinder ungeeignet, denn damit können die spezifischen Eigen-



**Abb. 1.1:** Zusammenfassung des zeitlichen Verlaufs der neurobiologischen Prozesse im Telencephalon während der menschlichen Ontogenese. Die Subplatte ist eine wichtige transiente Struktur im Telencephalon. Die gestrichelte Linie bedeutet, dass der Prozess aktiv, die durchgezogene Linie, dass der Prozess sogar sehr aktiv ist. Man beachte, dass die Zeitachse unten auf der Abbildung willkürlich ist. A = Beginn des Erwachsenenalters; M = postnatale Monate; P = Beginn der Pubertät; W = Wochen; J = Jahre (nach de Graaf-Peters und Hadders-Algra 2006).

schaften des sich entwickelnden Nervensystems nicht beurteilt werden. Die Methode muss deshalb eine entwicklungsneurologische Untersuchung sein.

Die Beantwortung der zweiten Frage (Warum eine Untersuchung für milde Auffälligkeiten?) hat mit der Indikation zur neurologischen Untersuchung an sich zu tun. Es gibt genau genommen drei Indikationen für die neurologische Untersuchung, die insbesondere leichtere Auffälligkeiten erfassen soll:

1. Es besteht der Verdacht auf eine neurologische Erkrankung im Anfangsstadium, ausgehend von den Symptomen des Kindes (z.B. Kopfschmerzen mit Erbrechen, Regression der geistigen und/oder motorischen Fertigkeiten) oder von Auffälligkeiten in der Familienanamnese (z.B. Tuberoöse Hirnsklerose oder Muskelerkrankungen).
2. Es handelt sich um Kinder mit gesicherten neurologischen Erkrankungen, wie z.B. einigen Formen der Cerebralparese, bei denen es wichtig ist, sämtliche Facetten der neurologischen Störung zu erkennen, um sie bei der Therapie einzubeziehen. So können z.B. bei einem Kind mit einer unila-

teralen Cerebralparese auch geringe Koordinationsstörungen der nichtbetroffenen Hand erkannt werden, die behandlungsbedürftig sind. In beiden Fällen muss die Untersuchungsmethode empfindlich genug sein, leichte neurologische Funktionsstörungen zu erkennen.

3. Die neurologische Untersuchung ist ein wertvolles Instrument zur Beurteilung von Kindern mit Lern-, Verhaltens- und Koordinationsproblemen wie Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS), Autismus-Spektrum-Störungen (ASS) und umschriebenen Entwicklungsstörungen motorischer Funktionen (UEMF; Developmental Coordination Disorders, DCD, American Psychiatric Association 2000).

Mit der dritten Gruppe von Kindern beschäftigt sich dieses Buch hauptsächlich. Es soll der Untersucherin bei der Beantwortung der Frage helfen, ob eine neurologische Funktionsstörung als die neurobiologische Grundlage einer Verhaltensauffälligkeit anzusehen ist (► **Kap. 2 und 10**). Da die neurologische Dysfunktion sehr diskret sein kann, ist eine genaue und umfassende Untersuchungsmethode notwendig, die möglichst viele neurologische Mechanismen überprüft.

Es ist wichtig, sich darüber im Klaren zu sein, was durch eine neurologische Untersuchung überhaupt erkannt werden kann. Lern-, Verhaltens- oder Koordinationsprobleme sind ja nur ein Teil komplexer Verhaltensmuster, die dem Kind zur Verfügung stehen, sich selbst in seiner Umgebung oder seine Umgebung in Bezug auf sich selbst zu verändern. Zweifellos wird komplexes Verhalten durch das Nervensystem vermittelt und die neurologische Untersuchung, die natürlich begrenzt ist, kann nur den Teil des Verhaltens beurteilen, der auch Gegenstand der Untersuchung ist (z. B. [senso]motorische Funktionen, Körperhaltung und Bewegungen, Reflexe und Reaktionen). Der fehlende Nachweis milder neurologischer Symptome ist kein Beweis für die vollständige Integrität des Gehirns und das Vorliegen milder neurologischer Dysfunktionen muss nicht die Ursache des beobachteten Verhaltens sein. Manchmal, längst nicht immer, gibt es doch einen solchen Zusammenhang: z. B. ungeschickte (»clumsy«) Bewegungen bei einem Kind, das eine milde neurologische Dysfunktion der Koordination oder eine choreatiforme Dyskinesie hat. Dieser Punkt wird weiter in Kapitel 2 behandelt; hier genügt die Feststellung, dass jedes Kind mit Lern- und Verhaltensstörungen neurologisch untersucht werden sollte, weil das Gehirn an der Entstehung dieses Verhaltens beteiligt ist und mit der neurologischen Untersuchung zumindest teilweise die Integrität des Gehirns beurteilt werden kann. Die Untersuchung muss keineswegs zu einer spezifischen ätiologischen Klärung der Verhaltensstörungen führen, sie ist jedoch ein wichtiger Bestandteil des gesamten diagnostischen Prozesses.

Zweifellos sollte die neurologische Untersuchung Funktionsstörungen erkennen oder sie ausschließen, sie sollte diese jedoch auch von einer Hirnreifungsverzögerung (einer Entwicklungsretardierung) unterscheiden können. Die umfassende und dem Alter des Kindes angepasste Untersuchung zielt nämlich genau auf diese Differenzierung ab. Hier ist es wichtig, noch einmal den Unterschied zwischen einer neurologischen Untersuchung und der

Beurteilung des Entwicklungsstandes zu betonen. Letztere befasst sich hauptsächlich mit der Beurteilung von Fertigkeiten in ihrem zeitlichen Verlauf (Beurteilung dessen, *was* das Kind kann), im Gegensatz dazu beschäftigt sich die neurologische Untersuchung mit der Art und Weise, in der das Kind bestimmte Aufgaben durchführt, unter Berücksichtigung der entwicklungsbedingten Änderungen (Beurteilung dessen, *wie* das Kind Aufgaben erfüllt; siehe auch Touwen 1981).

Für die in diesem Buch beschriebene Untersuchung sollten die Kinder mindestens 4 Jahre alt sein. Manche Items (z. B. Muskeltonus, Muskeleigenreflexe, Mundöffnen-Fingerspreiz-Phänomen) können auch bei jüngeren Kindern, wenige andere (z. B. Finger-Oppositionstest) erst ab 5 Jahren untersucht werden. Eine obere Altersgrenze gibt es nicht; das bedeutet, dass die Untersuchung auch bei Jugendlichen und Erwachsenen durchführbar ist. Diese Untersuchung gehört zum Methodenrepertoire eines Arztes, der in der Neuropädiatrie, der Entwicklungsneurologie, der Entwicklungspädiatrie, der Kinder- und Jugendpsychiatrie oder der Pädiatrischen Rehabilitation arbeitet. Da sie das komplexeste System des Körpers betrifft, ist es nicht verwunderlich, dass die Methode ebenso komplex und damit schwierig und zeitaufwändig ist und spezielle Fertigkeiten und Kenntnisse erfordert. Es ist jedoch unmöglich, mit einigen kurzen neurologischen Tests zu entscheiden, ob das Gehirn typisch oder atypisch funktioniert. Der Ruf nach einem neurologischen Screeningtest ist verständlich, vernachlässigt aber die wesentlichen Gegebenheiten des Zentralen Nervensystems (ZNS). Ein Test, der nur einen einzelnen Teil des neurologischen Repertoires erfasst, beispielsweise das Gehen, kann zwar über diese spezielle Funktion Auskunft geben, nicht jedoch über die hier zugrunde liegenden neurologischen Mechanismen; aber genau diese müssen bei auffälligen Befunden erfasst werden. Darüber hinaus liefert die Untersuchung eines einzelnen Aspekts des Nervensystems, z. B. den der Koordination, nicht genügend Informationen über andere, z. B. über Muskelkraft oder Reflexe.

Selbstverständlich müssen auch das Sehen und Hören sowie die Sprache überprüft werden. Diese Untersuchungen sollten vom Spezialisten durchgeführt werden; sie werden daher in diesem Buch nicht erörtert. Auch sollten sie nicht an demselben Termin stattfinden, damit die Untersuchungen für das Kind nicht zu lange dauern, nicht zu ermüdend sind und somit unzuverlässige Ergebnisse liefern. Dieses Buch beschäftigt sich ausschließlich mit der neurologischen Routineuntersuchung und erfasst nicht die anderen Funktionen. Aus demselben Grund werden andere Untersuchungsmethoden des kindlichen Gehirns, wie die Magnetresonanztomographie (cMRT) und die Elektroencephalographie (EEG), hier nicht behandelt.

Die Beurteilung einer Milden Neurologischen Dysfunktion (MND) ist ein kriterienbasiertes Verfahren. Das bedeutet, dass für normale, also typische Befunde und auffällige, also atypische Befunde jeweils Kriterien definiert wurden. Die hier beschriebenen beruhen auf den Erfahrungen von Bert Touwen und Mijna Hadders-Algra, die sie über Jahrzehnte bei Untersuchungen von Kindern und Jugendlichen mit MND zusammengetragen haben. Die Kriterien für Items, die nicht oder nur gering entwicklungsabhängig sind, lassen

sich einfach formulieren: Typisches Verhalten zeichnet sich hier durch das Fehlen von Funktionsstörungen aus, z.B. durch das Fehlen von Haltungsbewegungsstereotypen, von Muskeltonus- oder Reflexauffälligkeiten, von Dyskinesien, von sensorischen Störungen und von Hirnnervendysfunktionen. Weniger einfach ist die Definition der Kriterien für typisches Verhalten, das sich altersabhängig ändert (Beispiel: Diadochokinese oder Finger-Op-  
positionstest). Die Funktionen, die in diesen Tests geprüft werden, sind nicht nur abhängig von der Integrität des Gehirns, sondern auch von der jeweiligen Erfahrung. Das bedeutet, dass Befunde, die für eine Population typisch sind, für eine andere, z.B. aus einem anderen Lebensraum oder aus einer anderen Zeit, atypisch sein können. Dabei stellt sich die schwierige Frage, ob Kriterien für die typischen Befunde eines neurologischen Tests an eine bestimmte Population angepasst werden sollen. Hierzu lässt sich Folgendes sagen: Über Jahre haben wir uns an die »Groninger Normwerte« gehalten, nach denen in den 1980er Jahren etwa 10 % der Kinder eine nicht altersgerechte Diadochokinese zeigten; in letzter Zeit ist der Anteil dieser Kinder jedoch auf 50 % angestiegen. Zur gleichen Zeit ist die choreatiforme Dyskinesie von 13 % auf 8 % gesunken. Das spricht dafür, dass sich die neurologischen Bedingungen für Kinder in den nördlichen Teilen der Niederlande über die Jahre verändert haben und dass diese Veränderungen höchstwahrscheinlich multifaktoriell bedingt sind (Hadders-Algra 2007). Folgende Faktoren könnten eine Rolle spielen:

- höheres mütterliches Alter bei der Geburt, verbunden mit dem Einsatz reproduktionsmedizinischer Techniken (Middelburg et al. 2008),
- verbesserte Überlebenschancen sehr kleiner Frühgeborener (Allen 2008),
- veränderte Ernährungsgewohnheiten, z.B. zunehmender Konsum von Fertigprodukten (Bouwstra et al. 2006),
- veränderter Umgang mit Säuglingen, die beispielsweise seltener auf den Bauch als auf den Rücken gelegt werden und mehr Zeit halbsitzend in tragbaren Babysitzen verbringen (Monson et al. 2003),
- veränderte Alltagsaktivitäten im Schulalter: Kinder spielen weniger im Freien und verbringen mehr Zeit beim Fernsehen oder bei Computerspielen (Li et al. 2008).

Da wir die Ursachen der veränderten neurologischen Befunde nicht sicher kennen, haben wir uns entschieden, in jedem individuellen Test bei den oben definierten Kriterien für die typischen Befunde zu bleiben. Diese Kriterien sind für jede einzelne Untersuchung beschrieben und werden durch Videobeispiele, die über ContentPLUS zugänglich sind, ergänzt.

Die Kapitel 4–9 befassen sich mit dem jeweiligen Untersuchungsablauf. Für jedes Item wird die Durchführung beschrieben, daran schließen sich Informationen zum Einfluss des Alters auf die Ergebnisse und zur Bewertung der Items an. Abschließend erfolgt eine Interpretation der Ergebnisse. Dabei sollte klar sein, dass nicht alle im wissenschaftlichen Sinne evidenzbasiert sind. Wo es möglich ist, werden Studien zitiert, die Hinweise auf die neurologischen Grundlagen liefern. Einige der hier beschriebenen Interpretationen

basieren jedoch lediglich auf den allgemeinen klinischen Erfahrungen in der Neurologie.

Und zu guter Letzt: Eine Autorin, die über Personen schreibt, die männlich oder weiblich sein können, muss sich entscheiden: Sie kann versuchen, durch Formulierungen wie »Er/Sie« oder »Patient/Patientin« stets beide Geschlechter anzusprechen, oder sie entscheidet sich nur für eine, die männliche oder die weibliche Form. Die zweite Alternative ist einfacher zu lesen, »vernachlässigt« aber stets eines der beiden Geschlechter. Ich habe mich dennoch für die zweite, besser lesbare Form entschieden und verwende daher die weibliche Form für *die* Untersucherin und die neutrale Form für *das* Kind. Ich betone, dass ich hiermit keinerlei Wertung verbinde.

## 2 Untersuchung auf Milde Neurologische Dysfunktion (MND)

### 2.1 Geschichtlicher Hintergrund: milde Hirnfunktionsstörung und Milde Neurologische Dysfunktion

In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts kam Interesse an den neurologischen Grundlagen kindlicher Lern- und Verhaltensauffälligkeiten auf. Die Vorstellung, dass bestimmte Verhaltensweisen als Folge kindlicher Hirnläsionen angesehen werden könnten, ging auf eine Beobachtung in den 1920er Jahren zurück, wonach Kinder, die eine Encephalitis durchgemacht hatten, später mit Hyperaktivität, dissozialem Verhalten und emotionaler Instabilität (Kessler 1980) auffielen. Später haben Strauss und Lehtinen (1947) die Ansicht vertreten, bestimmte Verhaltensweisen, besonders hyperkinetische Störungen, seien mit Hirnläsionen assoziiert. Sie postulierten, dass Hyperaktivität, Impulsivität und Ablenkbarkeit bei Kindern mit Lernproblemen Zeichen einer Hirnschädigung seien. Ein weiterer Aspekt wurde von Pasamanick und Kollegen in die Diskussion gebracht. Sie sahen einen Zusammenhang zwischen Lern- und Verhaltensstörungen einerseits und Hirnfunktionsstörungen andererseits, die ähnlich wie die Cerebralpareesen auf pränatale und perinatale Auffälligkeiten zurückgingen (Konzept der »continuum of reproductive casuality«; Pasamanick et al. 1956; Kawi und Pasamanick 1958).

Damals bot die neurologische Untersuchung die beste Möglichkeit, das kindliche Gehirn auf Unversehrtheit zu untersuchen. Natürlich zeigten die meisten Kinder mit Lern- und Verhaltensstörungen keine eindeutigen neurologischen Auffälligkeiten, sodass sich das Interesse auf die Milde Neurologische Dysfunktion (MND) und deren Bedeutung ausdehnte. Hierfür wurden verschiedene Untersuchungstechniken entwickelt, wie z.B. PANESS (Physical and Neurological Examination for Soft Signs; Close 1973; Denckla 1985) und die Untersuchung der geringen neurologischen Funktionsstörungen (Gronning Assessment; Touwen und Prechtel 1970; Touwen 1979).

In den 1960er und 1970er Jahren ging die Diskussion um die Konzepte der »minimalen Hirnläsionen« oder »minimalen Hirnfunktionsstörungen« weiter (Kalverboer et al. 1978; Rie und Rie 1980; Nichols und Chen 1981). Aber schon 1962 empfahl eine internationale Studiengruppe, das Konzept der minimalen Hirnfunktionsstörung aufzugeben, da es sich auf eine sehr heterogene Gruppe von Kindern bezog (Bax und Mac Keith 1963). Allmählich wurden Kinder, bei denen man früher eine »minimale Hirnfunktionsstörung« diagnostizierte, genauer beurteilt. Sie erhielten nun die Diagnosen Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS), tiefgreifende Entwicklungsstörung (pervasive developmental disorder, not other specified: PDD-NOS), umschriebene Entwicklungsstörung motorischer Funktionen (UEMF) oder

Leseschwäche. Die spezifische diagnostische Zuordnung wurde durch das »Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders« (American Psychiatric Association 2000) erleichtert.

Zeitgleich mit dem Konzept der Milden Neurologischen Dysfunktion (MND) wurde auch deren klinische Bedeutung diskutiert. Dies lässt sich an den zahlreichen Bezeichnungen für MND ablesen. Man nannte sie z. B. »equivocal signs« (Kenrad 1960), »soft signs« (Hertzog 1981), »nichtfokale neurologische Zeichen« (Hertzog 1987) und »subtle signs« (Denckla 1985).

Dabei wurden zwei Arten von Befunden unterschieden:

- 1) sogenannte »harte« neurologische Befunde, nur in milderer Ausprägung, wie z. B. die milde Hypertonie, Reflexasymmetrien oder eine choreoatiforme Dyskinesie
- 2) entwicklungsneurologische Befunde wie nicht altersadäquate Leistungen bei der Diadochokinese oder dem Finger-Oppositionstest oder ausgeprägte assoziierte Bewegungen (Tupper 1987)

Diese Zweiteilung blieb umstritten und wurde als wenig hilfreich angesehen, da sie auf Befunden basiere, die häufig nur passager und mit zunehmendem Alter gar nicht mehr nachweisbar seien. Darüber hinaus wurde deren Ätiologie als höchst spekulativ angesehen (Schmitt 1975). Dennoch zeigten viele Studien, dass sich bei Kindern mit psychiatrischen Störungen, vor allem mit Hyperaktivitäts-Aufmerksamkeitsstörungen und bestimmten Lernstörungen, häufiger Hinweise auf eine MND ergaben als bei unauffällig entwickelten Kontrollkindern (z. B. Lucas et al. 1965; Stine et al. 1975; Denckla und Rudel 1978; Nichols und Chen 1981; Hadders-Algra et al. 1988 a). Andere Studien konnten einen Zusammenhang zwischen prä- und perinatalen Auffälligkeiten, vor allem Frühgeburtlichkeit oder intrauterine Wachstumsretardierung, und der Entwicklung einer MND belegen (Nichols und Chen 1981; Hadders-Algra et al. 1988 b, 1988 c; Largo et al. 1989). Diese Studien ergaben jedoch, dass auch sehr viele sonst unauffällig entwickelte Kinder Symptome einer MND zeigen (Nichols et al. Chen 1981; Hadders-Algra et al. 1988 b). So kam man zu dem Schluss, dass es zwar einen statistischen Zusammenhang zwischen MND und 1) prä- und perinatalen Risikofaktoren und/oder 2) Lern- und Verhaltensauffälligkeiten gebe, dieser jedoch klinisch irrelevant sei (z. B. Capute et al. 1981; Berninger und Colwell 1985).

Zwischenzeitlich konnten Rutter und Kollegen in mehreren Studien belegen, dass Kinder mit einer bekannten Encephalopathie wie Cerebralparese, Epilepsie oder einem Zustand nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma häufiger Lern- und Verhaltensprobleme zeigten als normal entwickelte Gleichaltrige (Rutter et al. 1970, 1980; Brown et al. 1981; Chadwick et al. 1981). Rutter (1982) schloss daraus, dass eine milde oder subklinische Schädigung des sich entwickelnden Gehirns zu kognitiven Beeinträchtigungen und Verhaltensstörungen führen könne. Er vertrat die Auffassung, dass nach einer Hirnläsion das Risiko für Verhaltensstörungen geringer sei als das Risiko für kognitive Störungen, da bei Verhaltensstörungen den Umweltfaktoren eine größere Rolle zukomme als bei kognitiven Störungen. Abschließend konstatierte er

einen unspezifischen Zusammenhang zwischen milder Hirnschädigung sowie Intelligenz- und Verhaltensstörungen, wonach eine frühe Hirnläsion nicht eine spezifische Verhaltensstörung oder eine spezifische kognitive Störung verursacht. Sei die Kognition betroffen, komme es zu einer globalen kognitiven Beeinträchtigung.

## 2.2 Aktuelle Anwendungsmöglichkeiten der Untersuchung auf MND

Mittlerweile ist es möglich, durch neue bildgebende Verfahren, wie die funktionelle MRT, die volumetrische MRT und die diffusionsgewichtete MRT, das kindliche Gehirn genauer zu untersuchen. Diese neuen Verfahren haben zu einem besseren Verständnis der neurobiologischen Grundlagen bestimmter Entwicklungsstörungen geführt. Die Ergebnisse der Bildgebung bestärken die klinische Beobachtung, dass Entwicklungsstörungen wie ADHS und Dyslexie keine einheitlichen Entitäten sind, sondern aus ganz unterschiedlichen Störungsbildern bestehen (Pernet et al. 2009; Steinhausen 2009). Beispielsweise können Kinder mit ADHS ein primär hyperaktiv-impulsives oder ein primär unaufmerksames Verhalten oder eine Kombination aus beidem zeigen. In Bildgebungsstudien konnten ebenfalls verschiedene Subtypen der ADHS differenziert werden, z. B. eine ADHS mit Störungen im präfrontalen Cortex und den Basalganglien oder eine ADHS, die mit cerebellären Funktionsstörungen assoziiert ist (Krain und Castallanos 2006). Es bleibt jedoch ungeklärt, ob und wie die klinischen Subtypen der ADHS und die Befunde der Bildgebung zusammenhängen.

Mit der Zeit wurde immer deutlicher, dass auf Kinder mit Entwicklungsauffälligkeiten wie ADHS oft auch weitere Diagnosen zutreffen (Angold et al. 1999; De Jing et al. 2009). ADHS kann beispielsweise mit oppositionellem Trotzverhalten, Depression, Angststörungen oder DCD (Gillberg und Kadesjö 2003; Elia et al. 2008) einhergehen. Interessanterweise zeigten Batsra et al. (2006), dass das Vorliegen mehrerer psychiatrischer Auffälligkeiten eher mit pränatalen und perinatalen Auffälligkeiten assoziiert ist als das Vorliegen nur einer psychiatrischen Auffälligkeit. Dies entspricht den Ergebnissen von Sprich-Buckminster et al. (1993), wonach eine isolierte ADHS eher genetisch bedingt ist und eine ADHS mit mehreren psychiatrischen Komorbiditäten häufiger auf fetale und neonatale Risikofaktoren zurückgeführt werden kann.

Es ist nicht länger umstritten, dass das Gehirn eines Kindes mit Entwicklungsstörungen atypisch funktioniert. Allerdings sind im Einzelfall Ätiologie und Pathogenese der atypischen Funktion alles andere als klar. Für den Kliniker kann die Untersuchung der MND ein Werkzeug sein, mit dem er die neurologische Integrität des kindlichen Gehirns beurteilen kann. Die Ergebnisse können zum Verständnis der Ätiologie beitragen und so Fördermaßnahmen definieren, die für das Kind und seine Situation adäquat sind. Derzeit ge-

hören der »Züricher Neuromotoriktest«, die »Neurological Examination of Subtle Signs« und die Untersuchung der MND (die Groninger Untersuchung) zu den am weitesten verbreiteten Methoden, eine MND zu erfassen. Die Methoden unterscheiden sich vor allem darin, inwieweit sie entwicklungsabhängige Befunde berücksichtigen.

### 2.2.1 Der »Züricher Neuromotoriktest«

Mit dem Züricher Neuromotoriktest (Zurich Neuromotor Assessment, ZNA; Largo et al. 2001 a, 2001 b; Schmidhauser et al. 2006; Rousson et al. 2008) werden ausschließlich altersabhängige Befunde erhoben. Der Test erfasst jeweils die Zeit, die für spezifische motorische Aufgaben, wie repetitives Bewegen der Finger, alternierende Bewegungen einschließlich Diadochokinese, Seitwärtshüpfen und Fersengang, benötigt wird. Neben der Zeit wird auch das Ausmaß der Mitbewegungen registriert. Ein großer Vorteil dieses Tests ist, dass der Hauptparameter »Zeit in Sekunden« einfach und reliabel untersucht werden kann (Rousson et al. 2008). Ein weiterer Vorteil ist, dass der Test relativ komplexe Funktionen erfasst, die durch komplexe neurale Mechanismen vermittelt werden. Hierdurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich Entwicklungsstörungen in den Testergebnissen abbilden lassen (Schmidhauser et al. 2006; Freitag et al. 2007). Der Nachteil des ZNA ist, dass die Ergebnisse nur begrenzt, d. h. unspezifisch Rückschlüsse auf die zugrunde liegende Funktion des kindlichen Gehirns ermöglichen. Es muss hier betont werden, dass das ZNA sich von anderen Tests unterscheidet, die motorische Fähigkeiten des Kindes erfassen, wie z. B.: »Movement Assessment Battery for Children« (Movement-ABC; Henderson und Sugden 2007) oder »Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency« (Bruininks 1978). Mit dem zuletzt genannten Test werden komplexe, sinnvolle motorische Handlungen, wie z. B. das Legen von Münzen in eine Schachtel oder das Ausschneiden eines vorgezeichneten Elefanten, qualitativ untersucht. Im Unterschied dazu erlaubt das ZNA eine quantitative Beurteilung isolierter, komplexer motorischer Aufgaben, wie z. B. der Diadochokinese.

### 2.2.2 Die »Neurological Examination for Subtle Signs«

Die »Neurological Examination for Subtle Signs« (NESS; Denckla 1985) ist die überarbeitete Version der »Physical and Neurological Examination for Soft Signs« (PANESS; Close 1973). Hier werden (ähnlich wie beim ZNA) Zeit und Mitbewegungen bei motorischen Aufgaben bewertet. Weitere Items erfassen die dominante Seite bei Hand-, Fuß- und Augenbewegungen und die sensorischen Funktionen (Graphästhesie und Stereosehen), ein weiteres Item erfasst die Dyskinesie. Die NESS verbindet die quantitative Messung des ZNA mit einem qualitativen Ansatz. Reliabilitätsstudien zur PANESS haben für die einzelnen Items eine mäßige bis schlechte Test-Retest-Reliabilität ergeben, aber eine zufriedenstellende für das Gesamtergebnis (Werry und Aman 1976; Holder