

Leitlinien der Gesellschaft für Neuropädiatrie und der Deutschen Gesellschaft für Sozialpädiatrie und Jugendmedizin

AWMF-Leitlinien-Register	Nr. 022/020	Entwicklungsstufe: 1
--------------------------	-------------	----------------------

Visuelle Wahrnehmungsstörungen

Vorwort

Die Leitlinie befasst sich mit der Diagnostik und Therapie von visuellen Wahrnehmungsstörungen, nicht mit der Behandlung der zugrunde liegenden Erkrankungen. Da eine Vielzahl von Erkrankungen zur Beeinträchtigung der visuellen Wahrnehmungsverarbeitung führen kann, beschäftigt sich die Leitlinie nur mit den neuropädiatrisch relevanten Störungsbildern. Eine Überschneidung mit der Leitlinie über motorische Koordinationsstörungen ist unvermeidlich.

Die neuropsychologischen Grundlagen von visuellen Wahrnehmungsstörungen werden im Kindesalter im Verhältnis zu anderen Entwicklungsstörungen, wie z.B. den Sprachstörungen, relativ wenig erforscht bzw. beachtet. Es existiert seit mehr als 50 Jahren ein Basiswissen, das diagnostisch und therapeutisch genutzt wird.

Grundlagen

Die Wahrnehmung ist ein elementarer Vorgang in unserem Leben und geschieht bewusst und unbewusst in sehr unterschiedlichen Systemen (Modalitäten). Sie hat die Aufgabe, sich ständig verändernde innere und äußere Reize, die wir mit den Sinnesorganen aufnehmen, zu selektieren, zu organisieren und zu stabilen Perzepten zu ordnen (Zimbardo 1995). Aristoteles unterschied nur die fünf Sinne: Sehen, Hören, Tasten, Riechen und Wärme, von Schmerz sowie des Gleichgewichts. Die folgenden Aufgaben sollen bewältigt werden (Ritter 1997):

- Aufbau eines grundlegenden Koordinatensystems,
- Entwicklung einer kognitiven Landkarte zur räumlichen Orientierung und Steuerung der Fortbewegung,
- Entwicklung zielgerichteter visuomotorischer Leistungen (Greifen, Zeigen, Schreiben u.ä. manipulatorische Fertigkeiten),
- Erkennen von Gegenständen, Orten, Ereignissen, Substanzen usw. in ihrem Zusammenhang zur Motivation und ihrer Bedeutung für das Handeln,
- soziale Kommunikation einschließlich Sprache
- sowie Erwerb spezieller Fertigkeiten in der Arbeitswelt oder bei Freizeitaktivitäten (Sport, Spiel u.a.).

Der Prozess der Aufnahme, Verarbeitung und Wahrnehmung von visuellen Reizen ist äußerst komplex und wird in vielen Teilbereichen noch nicht verstanden. In Analogie zu der Definition der auditiven Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS, Ptok et al. 2000) soll der Begriff der visuellen Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (VVWS) Störungen der neuronalen Prozesse, beginnend bei dem Sehnerv bis zu den subkortikalen und kortikalen Netzwerken, umfassen.

Strukturell-anatomische Grundlagen

Die visuellen Reize werden in der Retina von unterschiedlichen Rezeptoren mit ihren entsprechenden Funktionen aufgenommen. Hier entsteht ein zweidimensionales Signalmuster, das zu den höheren Schaltzentren weitergegeben wird: Corpus geniculatum laterale, Sehstrahlung, visuelle Areale des okzipitalen Kortex. Aufnahme und Weiterleitung werden begleitet von Verarbeitungsprozessen mit unterschiedlichen Projektionen. Es existiert ein magnozelluläres System (M-System), das bis zum parietalen Kortex projiziert und ein parvozelluläres (P-System), das zum unteren Temporallappen führt. Das M-System oder dorsale System ist spezialisiert auf die Verarbeitung räumlicher und bewegter Reize ("Wo") während das P-System oder ventrale System auf die Kodierung von Formen

und Farbe ("Was") spezialisiert ist. Beide Pfade projizieren weiter in distinkte Regionen des frontalen Kortex, die jeweils auf räumliche bzw. objektspezifische Arbeitsgedächtnisleistungen spezialisiert sind (Ungerleider, 1998). Darüber hinaus existieren noch andere Bahnsysteme, wie z.B. das retino-tectale, die unter dem Sammelbegriff: Extra-geniculo-striäre oder extrastriäre Bahnen und Areale zusammengefasst werden.

Der posteriore parietale Kortex ist an visuomotorischen Funktionen beteiligt, wobei sich Neuronenverbände für spezielle Leistungen abgrenzen lassen. So ist der laterale Intraparietalcortex an der Planung und Ausführung zielgerichteter Augenbewegungen beteiligt sowie an der Kodierung visueller Positionen im Raum. Er trägt dazu bei, die Aufmerksamkeit auf potentiell relevante Blickziele zu richten. Andere Regionen innerhalb des Parietalcortex sind auf die räumliche 3-D-Analyse von Objektmerkmalen und deren Orientierung spezialisiert (Anteriorer Intraparietalcortex, AIP), sowie auf den Handtransport bei visuell geleiteten Greifbewegungen (Medialer Intraparietalcortex, MIP, Sakata et al. 1997, Zoelch und Kerkhoff 2007). Auch die Analyse von visuellen Flussfeldern, die für die räumliche Orientierung wichtig sind (Mallot 2002), wird teilweise durch Regionen des Parietalcortex übernommen. Vermutlich ist auch das frontale Augenfeld, unabhängig von der Steuerung der Augenbewegungen, in diese Funktionen eingebunden (Campana et al. 2007)

Spezielle Funktionen und Störungsbilder

Farbwahrnehmung

Die Wahrnehmung von Farbe ist ein spezieller, neurophysiologisch gut abgrenzbarer Bereich der visuellen Wahrnehmung, auf die in der Leitlinie nicht eingegangen wird. Störungen des Farbsinns müssen im Rahmen der Diagnostik bei vermuteten Wahrnehmungsstörungen ausgeschlossen werden.

Objektwahrnehmung

Zur Objektwahrnehmung gehören die Identifizierung eines Objektes und die Kategorisierung in eine Objektkategorie. Die Identifizierung bezieht sich auf ein bestimmtes Objekt. Die Zuordnung zu einer Kategorie läuft auf drei Ebenen ab; auf die mittlere (Grundebene), wird am schnellsten zugegriffen. Am Beispiel von *Fahrzeugen* (oberste Ebene), entspricht die Grundebene der Kategorisierung, z.B. der Unterscheidung zwischen *LKW* und *PKW*, und die unterste Ebene der Kategorisierung nach der speziellen Fahrzeugtypmarke. Es wird allgemein angenommen, dass die Kategorisierung von hergestellten Objekten (d.h. von Menschen gemachten Objekte) und von natürlichen Objekten (d.h. Lebewesen, Pflanzen etc.) nach unterschiedlichen Kriterien erfolgt; dies findet leider in der üblichen klinischen Diagnostik und Therapie wenig Berücksichtigung. Tatsächlich sind aber Zeichnungen von natürlichen Objekten ("Living Objects", z.B. Insekten) visuell komplexer als menschengemachte Dinge ("Nonliving Objects") und erstere daher auch für gesunde Personen schwerer zu diskriminieren und zu benennen (Genzel et al. 1994). Dies bedeutet, dass in aller Regel die Erkennung natürlicher Objekte auch bei Kindern mit visuellen Wahrnehmungsstörungen eher beeinträchtigt ist als die von hergestellten Objekten (sofern man Zeichnungen zur Erkennung verwendet).

Es gibt unterschiedliche Modelle, wie die Objekterkennung im Einzelnen bewältigt wird. Ein Vergleich zwischen dem gesehenen Objekt und eine innere Repräsentation des Objektes sind aber immer erforderlich. Umstritten ist insbesondere, in welcher Weise von der zweidimensionalen Netzhautrepräsentation auf die dreidimensionale Struktur geschlossen wird. Offensichtlich ist hierzu unser Vorwissen eine entscheidende Komponente (Bülhoff und Ruppertsberg 2006). Die neuronalen Grundlagen sind im inferioren temporalen Kortex zu finden (IT-Kortex). Hier sind die Neurone, ähnlich wie im visuellen Kortex, zu Modulen zusammengefasst, die jeweils spezielle Funktionen erfüllen.

Visuelle Objektagnosie und optische Aphasie

Agnosie bezeichnet eigentlich die Unfähigkeit etwas zu erkennen, obwohl elementare visuelle Wahrnehmungsleistungen intakt sein sollen. Im klinischen Alltag ist es schwierig, diese Differenzierung diagnostisch zu erfassen (Goldenberg 2006). Oft finden sich sowohl elementare visuelle (z.B. reduzierter Visus, eingeschränktes Gesichtsfeld) als auch visuell-agnostische Defizite.

- Apperzeptive Agnosie: Kontraste, Farben und Bewegungen werden zwar wahrgenommen, aber spezifische Objektmerkmale und die Zusammenhänge zwischen solchen Merkmalen werden nicht oder nicht ausreichend hergestellt, so dass die Integration visueller Merkmale zum Gesamtbild des Objektes gestört ist. Im Extremfall misslingt selbst das Erkennen einfacher Formen ("Formagnosie") oder

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

charakteristischer Merkmale. Neuroanatomisch liegen bei der Formagnosie die Störungen im Bereich bilateraler sekundärer Rindenfelder vor, z.B. infolge hypoxischer ZNS-Läsionen. Die typischen Läsionen bei apperzeptiver visueller Agnosie betreffen meist Regionen um den inferiortemporalen Kortex (rechtsseitig oder beidseitig).

- Assoziative Agnosie und optische Aphasie (modalitätsspezifische Fehlbenennungen): Trotz intakter visueller Wahrnehmung können Objekte nicht benannt werden, können aber korrekt abgezeichnet werden. Fehlbenennungen erfolgen aus ähnlichen semantischen Feldern. (Liegen zusätzlich ausgedehnte Läsionen in beiden temporalen Regionen vor, können die Objekte auch nicht durch taktile Exploration oder auditive Präsentation erkannt werden.) Häufig finden sich diese Störungen bei einer linkstemporalen Epilepsie, oder es bestehen infarktbedingte Läsionen der linken Hemisphäre, vor allem in den Regionen des Okzipitallappens oder im Splenium des Corpus callosum. Der Zugang zu den visuellen Informationen ist gestört, oder das semantische Wissen über visuelle Objekte ist verlorengegangen.

Gesichterwahrnehmung

Zur Identifizierung von Gesichtern sind verschiedene, teils spezielle neurophysiologische Grundlagen erforderlich. Die Existenz sog. Gesichtsareale, die besondere Eigenschaften besitzen, wird angenommen. Sie sind vermutlich im Bereich des posterioren Sulcus temporalis superior und am Gyrus fusiformis lokalisiert. Mit der Wahrnehmung von Gesichtern ist immer auch eine emotionale und soziale Komponente verknüpft (Striano und Aish 2006, Haxby 2007).

Prosopagnosie

Das Erkennen von individuellen Gesichtern ist gestört. Personen werden an ihrer Stimme, Haltung und Bewegung sowie Kleidung erkannt. Es gelingt z. T. auch nicht auf Fotos, die Gesichter verschiedener Spezies zu differenzieren. Da bei der Gesichtserkennung individuelle Zuordnungen erfolgen, werden verschiedene Bereiche eingebunden, wie z.B. autobiographisches und semantisches Gedächtnis. Läsionen betreffen sekundär visuelle kortikale Regionen, vor allem die oben Genannten, meist aber im Rahmen von diffusen Hirnschädigungen.

Bewegungssehen und Stereosehen

Das Bewegungssehen dient der Erfassung von Bewegungen von Objekten und der eigenen Bewegung. Die visuelle Erkennung und Verarbeitung von Bewegung wird durch die Zusammenarbeit von retinalen Ganglienzellen (P Alpha-Neuronen) und einem Netzwerk von kortikalen Neuronen, insbesondere der mittleren Temporalregion (Area MT), geleistet. Die Aktivität der Zellen wird von Richtung und Geschwindigkeit der Stimuli bestimmt. Dabei müssen Informationen infolge von Eigenbewegungen des Beobachters und seiner Augen in die Wahrnehmungsverarbeitung einbezogen werden (mittlere, obere Temporalregion, Area MST). Hinzu treten Funktionen des akzessorischen optischen Systems im vorderen Mittelhirn, das der reflektorischen Kontrolle von Augenbewegungen dient. Die komplexe Verarbeitung von visuellen Informationen gewährleistet auch die Fähigkeit des Stereosehens. Aus der retinalen Verschiebung der erfassten Lichtmuster und aus der Größenänderung wird die Bewegung von Objekten im dreidimensionalen Raum abgeleitet. Dabei ist die Binokularität eine wichtige Voraussetzung, aber auch monokulär ist Tiefensehen möglich über Bewegungsparallaxe und Schattierung (Gazzaniga et al. 2006).

Räumliche Orientierung von Objekten

Die Erkennung von Objekten aus verschiedenen Blickwinkeln erfordert den Abgleich der Informationen mit der gespeicherten Vorstellung eines Objektes. Wie das geschieht ist nicht eindeutig erforscht. Diskutiert werden standpunktabhängige (egozentrische) und standpunktunabhängige (allozentrische) Theorien.

Navigation

Die Bewegung zu einem Ziel erfordert Kenntnisse über das Ziel und über im Gedächtnis gespeicherte Landmarken, die wegweisend oder zielführend sein können so wie kognitive Karten.

Störung der visuellen Raumorientierung

Räumlich perzeptive Störungen

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Elementare Leistungen, wie z.B. visuelle Gerade oder Vertikale, Neigungswinkel und Positionen sind gestört. Für jede dieser Leistungen gibt es offensichtlich spezielle neuroanatomische Grundlagen, vorwiegend in der rechten Hemisphäre: Parieto-temporal und parieto-occipital einschliesslich Stammganglien und Hirnstamm (Kerkhoff 2006).

Räumlich kognitive Störung

Störung der mentalen Raumoperationen wie z.B. mentale Rotation, Perspektivenwechsel, Spiegelung usw. Störungen können bei Läsionen vieler Hirnareale auftreten, finden sich insbesondere bei Patienten mit parietalen Läsionen. Die Vorstellung, wie jemand aus einer anderen Perspektive ein Objekt oder eine bestimmte Szene wahrnimmt, gelingt nicht. Die Fähigkeit der Visualisierung beschreibt in diesem Kontext die Fähigkeit, zwei- oder dreidimensionale Bilder in der Vorstellung zu verändern, zu klappen oder zu drehen. Diese Fähigkeiten beinhaltet auch das Vermögen, sich durch eine veränderte räumliche Konfiguration nicht verwirren zu lassen, d.h. die Ursprungsfigur trotz der Manipulation noch wiedererkennen zu können. Derartige Prozesse sind für die Entwicklung des mathematischen Denkens von zentraler Bedeutung (s.u.).

Räumlich konstruktive Störung

Störung bei der manuellen Zusammensetzung von Einzelelementen zu einer geometrischen Form oder beim Zeichnen in der zweidimensionalen Ebene sowie einzelne Elemente eines Gerätes zu einem Ganzen zusammen zu setzen (räumlich-konstruktive Apraxie). Das wesentliche Merkmal dieser Störung ist, dass sie beim manuellen Hantieren offensichtlich wird (z.B. Unfähigkeit nach Plan einfache Legomodelle nachzubauen). Am häufigsten sind dafür parietale und frontale Schädigungen (links wie rechts) verantwortlich. Einbußen finden sich aber auch nach Basalganglienläsionen. Die Ausbildung raumanalytischer Prozesse im Kindesalter (s.u.) basiert auf der Entwicklung der Fähigkeit, die Grundstruktur in einer komplexen räumlichen Figur erfassen zu können.

Räumlich topographische Störung

Störung bei der Navigation von Objekten im realen oder vorgestellten dreidimensionalen Raum. Bei Läsionen hippocampaler-kortikaler Netzwerke (rechtsseitig) werden diese Störungen beobachtet aber auch bei bilateraler periventriculärer Leukomalazie (im vorderen Bereich) bei ehemaligen Frühgeborenen (Pavlova et al. 2007).

Störung der vestibulären Raumorientierung

Die visuelle Wahrnehmung der Lage im Raum und der Bewegung ist mit dem vestibulären System vielfach verknüpft (Dieterich 2006). Die Orientierung im Raum wird bestimmt durch die subjektive visuelle Vertikale (SVV), die das Empfinden von vertikalen und horizontalen Strukturen beeinflusst. Auch zur Wahrnehmung von Bewegung benötigt das vestibuläre System visuelle Informationen, da Eigenbewegungen bei gleichbleibender Geschwindigkeit nicht wahrgenommen werden können. Störungen der Raumorientierung resultieren daher auch aus Läsionen oder Erkrankungen des visuellen Systems, insbesondere im parietooccipitalen Bereich. Bemerkenswert ist noch die asymmetrische kortikale Organisation des vestibulären Systems mit einer dominanten Organisation in der rechten Gehirnhälfte (Dieterich 2006).

Selektive, visuelle Aufmerksamkeit und Aufmerksamkeitsstörungen

Die Aufmerksamkeit als kognitionsstützender Faktor sorgt für eine Auswahl von Informationen, um sie bewusst zu machen bzw. sie im Rahmen der vorbewussten ("preattentive") Reizverarbeitung in Denken und Handeln einzubinden. Es gilt, aus der Vielzahl von Reizen, die von unterschiedlichen Sinnesorganen wahrgenommen werden, die relevanten heraus zu filtern und damit ein effizientes Handeln zu ermöglichen (Müller 2006, Niemann und Gangel 2006).

Die selektive visuelle Aufmerksamkeit orientiert sich nach Hinweisreizen, die von speziellen Stellen im Gesichtsfeld (ortsbasiert) oder von Objekten (objektbasiert) ausgehen. Die ortsbasierte Aufmerksamkeitssteuerung scheint wie ein "Spotlight" eine bestimmte Stelle im Raum zu fokussieren, was entweder automatisch vom Reiz induziert wird oder willentlich erfolgt. Objektbasierte Aufmerksamkeitssteuerung hat das Ziel, auf ein bestimmtes Objekt zu fokussieren, auch wenn es sich bewegt und an mehreren Orten nacheinander erfasst werden muss.

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Wie die einzelnen Seheindrücke (Merkmalsdimensionen) miteinander verknüpft werden, um zu einer Objektrepräsentation zu kommen, ist Gegenstand der Forschung. Vermutlich erfolgt nach einer parallelen Erfassung elementarer visueller Merkmale in "frühen" visuellen Hirnregionen (V2, sogenannte Pop-out-Reize) später eine serielle, intentional gesteuerte Zuweisung von Aufmerksamkeit, besonders, wenn ähnliche visuelle Reize analysiert werden sollen. Diese absichtsgelitete Steuerung der Aufmerksamkeit setzt die Intaktheit parieto-frontaler Hirnstrukturen voraus. Die Problematik ist nicht nur im dreidimensionalen Raum, sondern auch in der zweidimensionalen Ebene (z. B. beim Lesen und Schreiben) bedeutungsvoll.

Aufgrund der späteren Reifung frontaler Hirnregionen entwickeln sich gerade solche (top-down-gesteuerten) Aufmerksamkeitsleistungen, deren neuroanatomische Grundlage den frontalen Cortex mit einschließen (wie etwa willkürliche Sakkaden, Inhibition von Blickbewegungen) später als solche visuellen Aufmerksamkeitsleistungen (bottom-up), die eher in posterioren oder frühen visuellen Hirnregionen lokalisiert sind, wie z.B. visuelles Suchen (Fimm 2007).

Störungen der selektiven visuellen Aufmerksamkeit treten im Zusammenhang mit Schädigungen des entsprechenden neuronalen Netzwerkes auf (Parietallappen, temporo-parietaler Übergang, superiore colliculi und frontales Augenfeld); auch Teile des okulo-motorischen Systems und der extrastriären Areale können betroffen sein.

Tabelle 1: Kategorien der visuellen Wahrnehmung bzw. Wahrnehmungsstörungen und relevante Areale oder Verknüpfungen im ZNS (nach Karnath und Thier Neuropsychologie, 2. Aufl.,2006).

<p>Objektwahrnehmung Erkennen, Identifizieren und Kategorisieren von Objekten. <u>Lokalisation:</u> Inferiorer temporaler Kortex (IT-Kortex)</p> <p>Visuelle Objektagnosie und optische Aphasie Unfähigkeit zu Erkennen obwohl die elementaren Wahrnehmungsleistungen intakt sind. Apperzeptive Agnosie: Spezifische Objektmerkmale und die Zusammenhänge zwischen diesen Merkmalen werden nicht erkannt. <u>Lokalisation:</u> Bereich inferiortemporaler Kortex bds. Assoziative Agnosie: Objekte können nicht benannt, aber korrekt abgezeichnet werden. <u>Lokalisation:</u> Okzipitallappen oder Splenium Corpus Callosum links (z.B. bei Temporallappen Epilepsie)</p> <p>Gesichterwahrnehmung Identifizieren von Gesichtern. <u>Lokalisation:</u> Posteriorer Sulcus temporalis superior und Gyrus fusiformis.</p> <p>Prosopagnosie Erkennen individueller Gesichter (z. B. auf Fotos) gelingt nicht. <u>Lokalisation:</u> Sekundär visuell kortikale Regionen, z.B. bei diffuser Hirnschädigung.</p> <p>Bewegungssehen und Stereosehen Erfassen der Bewegung von Objekten und der eigenen Bewegung. <u>Lokalisation:</u> Zusammenarbeit retinaler Ganglienzellen und Neuronen-Netzwerk der mittleren und oberen Temporalregion.</p> <p>Räumliche Orientierung von Objekten Erkennen von Objekten aus verschiedenen Blickwinkeln; zur Koordination bzw. Steuerung gibt es verschiedene Theorien ("egozentrisch" oder "allozentrisch"). Störungen können lokalisatorisch nicht eindeutig zugeordnet werden.</p> <p>Visuelle Raumorientierung Räumlich perceptiv: Elementare Leistungen, wie z.B. visuelle Gerade oder Vertikale, Neigungswinkel und Positionen. <u>Lokalisation:</u> Re. Hemisphäre (parieto-temporal, parieto-occipital), Stammganglien und Hirnstamm Räumlich kognitiv: Mentale Raumoperationen (Rotation, Perspektivenwechsel, Spiegelung u.a.). <u>Lokalisation:</u> Verschieden, je nach Funktionsstörung. Räumlich konstruktiv: Manuelle Zusammensetzung von Einzelelementen zu geometrischen Formen oder von Einzelteilen in Geräte sowie Zeichnen in zwei dimensionaler Ebene. <u>Lokalisation:</u> Parietaler und frontaler Kortex sowie Basalganglien. Räumlich topographisch: Navigation von Objekten im realen oder vorgestellten Raum. <u>Lokalisation:</u> Hippocampal-kortikales Netzwerk (re.), anteriore bilaterale periventriculäre Leukomalazie.</p> <p>Vestibuläre Raumorientierung Orientierung im Raum (subjektive visuelle Vertikale). <u>Lokalisation:</u> Visuelles System, parieto-occipital.</p> <p>Selektive Visuelle Aufmerksamkeit Orientierung an und Verknüpfung von ortsbasierten oder objektbasierten visuellen Hinweisreizen. <u>Lokalisation:</u> Verschiedene Netzwerke (Parietallappen, temporo-parietaler Übergang, superiore Colliculi, frontales Augenfeld).</p>

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Entwicklung der visuellen Wahrnehmung

Die postnatale Entwicklung ist abhängig von der Myelinisierung der beschriebenen Bahnsysteme und der Synaptogenese im visuellen Kortex bzw. der assoziierten Hirnareale. Untersuchungen zur Entwicklung des visuellen Systems wurden auch mittels fMRI und VEP durchgeführt (Übersicht bei Weber et al. 2001). Die Ergebnisse der fMRI Studien lassen eine stufenweise Reifung der Systeme vermuten. Mit ca. 3 Jahren lässt sich der okzipitale Kortex in ähnlicher Ausdehnung aktivieren, wie bei Erwachsenen (Born et al. 1998). Visuell evozierte Potentiale sind frühesten ab dem Alter der 24. Schwangerschaftswoche nachweisbar, die Latenzzeiten des Blitz-VEP entsprechen schon mit 3 Monaten denen im Erwachsenenalter. Die Musterumkehr-VEP und die späten Potentiale reifen erst nach dem ersten Lebensjahr und erreichen etwa im 6. Lebensjahr die Erwachsenenwerte.

Den strukturell-anatomischen und elektrophysiologischen Grundlagen entsprechend entwickelt sich die Wahrnehmung. Die Entwicklungsschritte sind in den verschiedenen Einzelleistungen nur zum Teil erforscht. So folgen raumbezogene Wahrnehmungsleistungen bestimmten Entwicklungsstadien (Muth et al. 1999). Dreijährige Kinder zeigen selbstbezogene, ältere Kinder reizbezogene und siebenjährige Kinder ortsbezogene Raumoperationen (Acredolo 1978). Die Ausbildung der Fähigkeit zu ortsbezogenen Reaktionen bildet die Grundvoraussetzung zur Wahrnehmung raumanalytischer Prozesse.

Störung der visuellen Reifung

Eine verzögerte visuelle Reifung kann sich mit und ohne spezielle, angeborene ophthalmologische Störungen (Fielder und Mayer 1991, Mercuri et al. 1996, Atkinson et al. 1997, Russel-Eggit et al. 1998) finden, wobei in den ersten Lebenswochen oder -monaten eine erhebliche Sehbeeinträchtigung besteht, die sich im Laufe des ersten Lebensjahres bessert.

- Typ 1 = Isolierte/visuelle Reifungsverzögerung (mit und ohne perinatale Risiken)
- Typ 2 = Visuelle Reifungsverzögerung bei neurologischen Entwicklungsstörungen bzw. Symptomen einer zerebralen Schädigung außerhalb des geniculo-striatalen Systems
- Typ 3 = Visuelle Reifungsverzögerung assoziiert mit Nystagmus oder okulärem Albinismus
- Typ 4 = Visuelle Reifungsstörung bei okulären Symptomen/Erkrankungen.

Visuomotorik

Visuomotorik stellt die intermodale Koordination zwischen motorischer Handlung und visueller Wahrnehmung dar. Die visuelle Kontrolle der motorischen Abläufe dient dazu, diese zu modulieren und damit zu optimieren. Der am besten untersuchte Bereich der Visuomotorik ist die Auge-Hand-Koordination. Die Auge-Hand-Koordination umfasst den Prozess, bei dem visuelle Informationen genutzt werden, um die Arm- und Handbewegung zu steuern.

Bereits im Neugeborenenalter von wenigen Tagen konnte eine rudimentäre Auge-Hand-Koordination nachgewiesen werden. So waren die Spontanbewegungen des Neugeborenen durch die Fixation eines Objektes in ihrer Richtung modifizierbar (v. Hofsten 1984). Nachdem sich dieses Zusammenspiel im 2. - 4. Lebensmonat wieder verliert, ist etwa ab dem 3. - 4. Lebensmonat ein visuell gesteuertes Greifen beobachtbar, wobei Bewegungen des Armes und der Hand visuell ausgelöst und/oder geführt sein können. Dabei ist eine zunehmend zielgenaue Bewegung auch zu bewegten Objekten beobachtbar. Entwicklungspsychologische Untersuchungen legen die Vermutung nahe, dass die Induktion und Zielrichtung der Bewegung vorprogrammiert ist, während die visuelle Kontrolle v.a. der präzisen Korrektur und Adaptation des Greifmusters dient. Die funktionell optimierte Anpassung der Handhaltung an die Größe und Form des Objektes ist etwa ab der 2. Hälfte des 1. Lebensjahres zu beobachten und wird durch die Reifung von Regionen im Parietalcortex ermöglicht, die für Greifen (AIP) und Handtransport (MIP) zuständig sind (Zoelch und Kerkhoff 2007).

Jenseits des 1. Lebensjahres wird die Visuomotorik zunehmend durch höhere kognitive Prozesse beeinflusst, die Optimierung der visuell geführten Handmotorik ist über Modelllernen und sprachliche Instruktionen verbesserbar. Die Visuomotorik unterliegt etwa bis zum Alter von 14 Lebensjahren einer internen Entwicklung mit Verbesserungen vor allem im Bereich der Genauigkeit und Geschwindigkeit. Die meisten Entwicklungsverläufe sind linear (z.B. zunehmende Geschwindigkeit in der Auge-Hand-Koordination), allerdings werden auch U-förmige Entwicklungsverläufe beobachtet, z.B. in der Altersgruppe der 5 - 11jährigen in der räumlichen Genauigkeit einer Zielbewegung. Es wird spekuliert, dass diese Phasen einer Destabilisierung durch neurophysiologische Reifungsvorgänge in der motorisch-kognitiven Vorprogrammierung bedingt sind.

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Visuelle Wahrnehmungsstörungen finden sich im Kindesalter bei Reifungsstörungen und bei definierten Läsionen oder speziellen Erkrankungen des ZNS wie z.B. bei sog. frühkindlichen Hirnschädigungen, insbesondere bei extrem frühgeborenen Kindern, nach Schädelhirntraumen, bei oder nach intrakraniellen Prozessen, nach epilepsiechirurgischen Eingriffen sowie bei kongenitalem Hydrozephalus. Sie finden sich auch bei Kindern mit kognitiven oder umschriebenen Entwicklungsstörungen. Eine besondere Variante ist die sog. nonverbale Lernstörung (Rourke 1995, Dalen et al. 2006), bei der erhebliche visuokonstruktive Störungen bestehen. Eine pathogenetische und pathophysiologische Zuordnung im Sinne von strukturellen oder funktionellen Störungen oder Schädigungen in bestimmten Hirnarealen gelingt allerdings nicht immer.

Visuelle Wahrnehmungsstörungen wurden früher als wichtige Ursache für schulische Lernstörungen angesehen (s.u.). Frostig (1973) entwickelte ein diagnostisches Instrumentarium mit dem Ziel, die visuelle Wahrnehmung differenziert beurteilen zu können, um daraus spezielle Übungs- und Therapieangebote abzuleiten. Es werden beispielsweise Figur-Hintergrund Differenzierung und Raumlage geprüft. Ob ihre pathologisch-anatomischen oder pathophysiologischen Grundlagen mit denen bei erworbenen visuellen Wahrnehmungsstörungen vergleichbar sind, ist eine offene Frage. Unabhängig davon ist nicht sicher, ob alle geprüften Parameter für das schulische Lernen von erheblicher Bedeutung sind.

Zerebrale Blindheit

Bei beidseitiger Schädigung der genikulosträren Projektionen gehen alle Sehfunktionen verloren ("Rindenblindheit"). Im Säuglingsalter bleiben vermutlich andere, subkortikale Bahnsysteme erhalten, die für Folgebewegungen der Augen verantwortlich sind. Ob damit eine visuelle Wahrnehmung verbunden ist, bleibt unklar (Snyder et al. 1990). Die Ätiologie und damit auch die Prognose der zerebralen Blindheit sind sehr unterschiedlich (Wong 1991). Bei akuten Läsionen (meist hypoxisch bedingt) kehrt die Funktion häufig, zumindest teilweise, wieder zurück. Zunächst gelingen die Helligkeitswahrnehmung und die Lokalisation von Lichtreizen, zuletzt die Objekt- und Farbwahrnehmung. Manche dieser sehgestörten Kinder zeigen vergleichsweise schlechte Erkennungsleistungen bei relativ guter visuell-räumlicher Orientierung (Jan et al. 1987). Mitverantwortlich für diese Restfunktion des "Blindsehens" sind extrastriäre Sehfelder, die sich vorwiegend in occipitoparietalen Arealen, die normalerweise zur visuellen Handlungssteuerung beitragen, sowie subkortikalen Regionen (Pulvinar) finden (Zihl 2006, Stoerig 2006).

Frühkindliche Hirnschädigungen oder Anlagestörungen

Kinder mit sog. frühkindlichen Hirnschäden weisen sehr häufig visuelle Wahrnehmungsstörungen auf (van den Hout u. Stiers 2004, Stiers und Vandenbusche 2004, Jacobsen et al. 2006); auch sonstige Sehstörungen können noch im Schulalter nachgewiesen werden (Hard et al. 2000). Mercuri et al. (1996) und Cioni und Mercuri (2008) geben einen Überblick zur Ätiologie und Entwicklung bei Kindern mit frühkindlichen Hirnschädigungen. Sehstörungen bis hin zur "kortikalen Blindheit" bei frühkindlichen ZNS-Schäden bestehen z.B. bei Kindern mit einer hypoxisch-ischämischen Enzephalopathie in der Neugeborenenzeit noch im Alter von 5 Jahren (Hof-van Duin et al. 1998, Stiers und van den Hout 2001). Matsuba und Jan (2006) berichten über den Langzeitverlauf einer kortikalen Sehbehinderung unterschiedlicher Ätiologie in den ersten Lebensjahren bei 423 Kindern. Generell wurde eine Besserung der Sehfunktionen festgestellt. Die Prognose wird von mehreren Faktoren beeinflusst, u.a. der kognitiven Entwicklung.

Bei sehr frühgeborenen Kindern (unter 30 Wochen Schwangerschaftsdauer) ist vor allem die Entwicklung der dorsalen Bahnsysteme beeinträchtigt (Hammerenger et al. 2007). Besteht eine periventrikuläre Leukomalazie ist auch das ventrale Bahnsystem betroffen, wobei die Einschränkung der Sehfähigkeit bzw. der visuellen Wahrnehmung deutlich mit dem Schweregrad der Läsion korreliert (Jacobson et al. 1996, Lanzi et al. 1998, Ortibus et al. 2009). So zeigten sich z.B. bei sehr untergewichtigen Neugeborenen (<1500 g GG) bei ca. 20% der Kinder eine visuelle Wahrnehmungsstörung im Alter von 5 Jahren (Goyen et al. 1998). In den Studien wurden nur Kinder untersucht, die neurologisch und ophthalmologisch unauffällig waren. Isaacs et al. (2003) wiesen bei mittels speziellen NMR Analysen bei extrem Frühgeborenen auch kortikale Läsionen in extrastriären Arealen nach. Vergleichsweise gering sind Sehstörungen bei Frühgeborenen mit intraventrikulären Blutungen IVH (Cioni und Mercuri 2008), auch bei Mitbeteiligung tieferer Strukturen (IVH Grad 4) bleibt die Sehstrahlung oft ausgespart.

Mercuri et al. (1996) fanden bei Kindern mit kongenitalen Hemiparesen infolge zerebraler Infarkte unterschiedliche Beeinträchtigungen der Sehfähigkeit: Sehschärfe, Stereosehen,

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Gesichtsfeldeinschränkung ohne eindeutige Korrelation zu der Ausprägung der neurologischen oder der kernspintomographischen Befunde. Möglicherweise ist das Bewegungssehen mehr betroffen als die Formanalyse (Gunn et al. 2002).

Neben den primär zentralen Funktionsbeeinträchtigungen weisen ehemals zu früh geborene Kinder auch ein erhöhtes Risiko für ophthalmologische Störungen auf, die sekundär zu Störungen der zentral-visuellen Wahrnehmung führen können (Strebel-Cafilisch et al. 1998).

Bei 5-jährigen Kindern mit infantiler Zerebralparese fanden Stiers et al. (2002) bei einem nonverbalen kognitiven Entwicklungsalter zwischen 3 und 7 Jahren unterschiedliche Einschränkungen der visuellen Wahrnehmung in Abhängigkeit von der Ursache der Bewegungsstörung. Am häufigsten waren Kinder mit Hirnaufbaustörungen (67%) betroffen, gefolgt von Kindern mit spastischer Zerebralparese (40%) bzw. erworbenen Störungen (nach dem ersten Lebensjahr 38%).

Genetisch bedingte Syndrome

Eine Zuordnung spezieller neuropsychologischer Störungen zu bestimmten genetisch bedingten Syndromen wird seit einiger Zeit diskutiert (Sarimski 2003). Bei dem Williams-Beuren-Syndrom wird regelmäßig eine Störung im dorsalen visuellen System gefunden (Atkinson et al. 1997, Vicari et al. 2005), was u.a. den spezifischen neuropsychologischen Verhaltensphänotyp prägt mit Schwächen in der visuo-räumlichen Wahrnehmung (Meyer-Lindenbergh et al. 2004) und Stärken in der Gesichter-Perzeption (Mobbs et al. 2004).

Autismus

Ein wesentliches neuropsychologisches Merkmal des frühkindlichen Autismus stellt die veränderte neuronale Lokalisation der Gesichterwahrnehmung dar (Schultz et al. 2005, Pierce et al. 2001, 2004) sowie Defizite in der Gesichtererkennung.

Visuelle Wahrnehmungsstörung bei Schädigung des N. Opticus

Eine Degeneration des N. opticus verbunden mit einer retinalen Degeneration kann als Folge einer zentralen Störung der Sehstrahlung, z.B. im Rahmen einer periventriculären Leukomalazie, auftreten. Andererseits kann eine primäre Störung des N. opticus im Rahmen eines Optikusglioms oder einer Optikusatrophie zu Störungen der Sehschärfe führen. Oftmals ist die Beeinträchtigung des Farbsehens als Erstsymptom zu registrieren. Eine augenärztliche und kernspintomographische Untersuchung bestätigt die Diagnose.

Visuomotorische Störungen

Bei frühgeborenen und bei relativ untergewichtigen Kindern (mit einem Geburtsgewicht unter 2000 Gramm bei Schwangerschaftsdauer über 37 Wochen) wurden im Vorschulalter eine signifikant geringere Leistung bei visuell räumlichen und visuomotorischen Tests gefunden im Vergleich zu normalgewichtigen (>3000 g GG) Neugeborenen (Sommerfeldt et al. 1998).

Ungeschickte Kinder (DCD)

Bei Kindern mit motorischen Störungen bestehen vielfach auch visuelle Wahrnehmungsstörungen (siehe Leitlinie Motorische Koordinationsstörungen).

Visuelle Störungen und Lernstörungen

Lese-Rechtschreib-Störungen

Bei Lese-Rechtschreib-Störungen werden Defizite in verschiedenen Bereich der visuellen Wahrnehmung angenommen (Raumwahrnehmung, Visualisation, visuelle Sequenzen und visuelles Gedächtnis). Darüber hinaus werden sog. low-level Defizite diskutiert, wie z. B. in den Bereichen des visuellen Trackings oder der Bewegungswahrnehmung über dem magnozellular System. Vermutlich bestehen nicht nur spezielle Funktionsstörungen von einzelnen Teilbereichen, sondern die eingeschränkten visuellen low-level Funktionen stellen lediglich einen Marker für generelle Funktionsstörungen dar (Vellutino et al. 2004).

Auf neuroanatomischer Ebene konnte Livingstone et al. (1991) bei dyslektischen Kindern eine verringerte Anzahl von Nervenzellen in der magnozellular Schicht des Corpus geniculatum laterale

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

nachweisen (Magnozellular Defizit Theorie, Boden 2007), was sich in einer verzögerten Verarbeitungsgeschwindigkeit für optisch präsentierte Reize und in einer Störung der visuell-räumlichen Analyse geschriebener Buchstaben, Wörter und Texte äußert. Informationen, die durch das magnozellular System verarbeitet werden, enden im posterioren, parietalen Kortex, einer Region, die für die visuelle Aufmerksamkeitsteuerung und Blicksteuerung verantwortlich ist (Facoetti et al. 2003).

Fußnote: Low-level visuelle Defizite

- visuelles Tracking (Okulomotorik)
- Wahrnehmung visueller Bewegung: Magnozellular (rasche Bewegungen im Gesichtsfeld, sakkadische Bewegungen) soll das parvozelluläre (Farbe und Details, Fixation) System nicht ausreichend inhibieren, was die Sehschärfe vermindern und zu visuellem Maskieren führen soll. - Die Temporo-occipito-parietale Verbindung (MTKomplex) ist verantwortlich für die Bewegungskoordination im Magnozellular System. - Wahrscheinlich sind bei der Dyslexie nicht nur diese spezielle Funktion gestört, sondern auch Funktionen, die im Umfeld zu diesem Knotenpunkt gesteuert werden, wie z.B. linguistische und visuelle Prozesse. Daher sind eingeschränkte visuelle low-level Funktionen lediglich Marker für Lese-Rechtschreib-Störungen.

Bei einer relativ kleinen Gruppe lese-rechtschreibschwacher Kinder, man schätzt einen Anteil von 5-10% dyslektischer Kinder, bestehen Verarbeitungsdefizite hinsichtlich visuell vorgegebener Reize (Heubrock und Petermann 2000). Diese auch als visuelle Dyslexie oder visuell-räumliche Dyslexie beschriebene Lernstörung zeigt sich in einer verminderten Verarbeitungsgeschwindigkeit für optische Reize und ist oft mit unsystematischen Suchbewegungen und Fixationen beim Lesen verbunden.

Pache et al. (2004) erhoben bei legasthenen Kindern einen ausführlichen ophthalmologischen und orthoptischen Status und überprüften die zentral-visuelle Verarbeitung mit der Testbatterie für visuelle Objekt- und Raumwahrnehmung (VOSP). Bei allen Kindern zeigte sich ein unauffälliger ophthalmologischer und orthoptischer Befund, allerdings schnitten die LRS-Kinder in einzelnen Untertests der VOSP signifikant schlechter ab als die Kontrollgruppe, was die Autoren als Hinweis für räumlich-kognitive und räumlich-perzeptive Teilleistungsstörungen werten und LRS nicht als okuläres, sondern als visuell perzeptives Teilleistungsproblem deuten.

Definitionsgemäß liegt eine LRS nur dann vor, wenn organische Ursachen ausgeschlossen werden können; doch Studien belegen, dass bei Patienten mit Lese-/Schreibstörungen oft okuläre Ursachen, vor allem kleine Refraktionsfehler und Motilitätsstörungen bestehen können (Motsch et al. 2001) und eine Differenzierung zwischen Legasthenie und okulär bedingten Lesestörungen zu treffen ist. Bei Legasthenikern, die über Kopfschmerzen beim Lesen und Schreiben klagen und/oder verschwommen sehen, sollten daher okuläre Ursachen ausgeschlossen bzw. behandelt werden (Robinson et al. 2007).

Dyskalkulie

Bei Kindern mit einer Dyskalkulie finden sich überzufällig häufig Störungen der visuo-räumlichen Wahrnehmung (Shalev und Gross-Tsur 2001), wobei neurofunktionelle Studien neben Defiziten im frontalen Cortex vor allem auch Defizite im den Regionen des parietalen Cortex dokumentiert haben, die in die visuelle Raumwahrnehmung (magnozellular System) involviert sind (Rotzer et al. 2009). Entsprechend finden sich räumlich-perzeptive, -kognitive, konstruktive und -topografische Störungen(s.o.). Diese Befunde belegen die Bedeutung von Visualisierungs- und Raumanalysefähigkeiten für die Entwicklung des mathematischen Denkens.

Diagnostik von Sehstörungen

Einschränkungen der Sehfähigkeit (visual impairment, Sehbehinderung) sind in der Regel begleitet von visuellen Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Die Kategorisierung Sehbehinderungen kann im Einzelfall schwierig sein (Jan und Freeman 1998). Dies gilt insbesondere bei zentralen oder zerebralen strukturellen Läsionen oder funktionellen Störungen. Oft ist die Sehschärfe nicht messbar verringert, sondern nur die Wahrnehmung und Verarbeitung. Bei reifungsbedingten Wahrnehmungsstörungen lässt sich beispielsweise die Sehschärfe anfangs nicht messen; die Kinder verhalten sich, zumindest in den ersten Lebensmonaten, als ob sie blind wären. Die Messung der Sehschärfe ist damit kein entscheidendes diagnostisches Kriterium für visuelle Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen; andererseits muss beim Vorliegen einer VVWS eine Beeinträchtigung der Sehschärfe ausgeschlossen werden. Im Rahmen der orthoptischen Untersuchung müssen außerdem folgende Leistungen untersucht werden: Augenstellung, Simultansehen, Stereosehen, Akkommodationsbreite, Konvergenz, Pupillenreaktion, Motilität, Okulomotorik.

Sehschärfetests

Bei Sehschärfetests wird als Maßeinheit der "Visus" angegeben. Er bezieht sich auf die

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Winkelsehschärfe, d.h. das Auflösungsvermögen bei dem zwei Punkte noch getrennt von einander wahrgenommen werden. (Je kleiner die Winkel-Sehschärfe ist, umso besser ist die Sehschärfe.) Die Sehschärfe ist abhängig von den anatomischen Eigenschaften des Auges, der Fixationsfähigkeit, den optischen Eigenschaften des Objekts und der Verarbeitung und Wahrnehmung des zentralen Nervensystems. Die im Kindesalter eingesetzten Messmethoden, wie z.B. Sehprobentafeln mit Optotypen, lassen eine Sehschärfestimmung bis zu einer Visusstufe von 0,05 zu, wobei die Zuverlässigkeit der Methoden sich mit abnehmender Sehschärfe vermindert.

Sehschärfetests können erst bei Kindern im Alter von 3 5 Jahren angeboten werden, da früher keine ausreichende Mitarbeit erwartet werden kann (Jarvis et al. 1990, Lennerstrand et al. 1995). Die Testung muss für beide Augen getrennt erfolgen. Zunächst soll dem Kind die Testtafel mit beidseitig geöffneten Augen angeboten werden und die geeignete Ausgangslinie gefunden werden, bei der das Kind die Symbole zweifelsfrei identifizieren kann. Je nach verwendetem Test werden Landolt Ringe, die bis heute noch als Normsehzeichen verwendet werden, E Haken nach Snellen, geometrische Figuren (Lithander 1984) oder Buchstaben (z.B. HVOT) als Optotypen angeboten. Die Ergebnisse der Tests sind nicht einheitlich bzw. vergleichbar, vor allem dann, wenn die Optotypen unterschiedlich angeboten werden (in Reihe oder einzeln). Eine ausführlichere Auseinandersetzung mit dieser Thematik findet sich bei Hohman et al. (1987) und Haase und Rassow (1995).

Der Preferential Looking Test wird im Säuglingsalter eingesetzt und beruht auf der Eigenschaft der Säuglinge, sich für neue Objekte besonders zu interessieren. Reizgewöhnung (Habituation), Messung der Fixationszeit und das Dishabitationsverhalten sind wesentliche Verfahren, um Aussagen über die Wahrnehmungsfähigkeit von Säuglingen (z.B. beim Down-Syndrom) zu gewinnen, möglicherweise auch wichtige Prädiktoren visueller Verarbeitungsanteile von Intelligenz zu bestimmen (Kavsek 2000).

Neurophysiologische Untersuchungen zur visuellen Wahrnehmung

Besteht eine ausreichende Sehfähigkeit, können auch neurophysiologische Verfahren zur Prüfung der visuellen Wahrnehmung herangezogen werden, wie z.B. visuelle evozierte Potentiale oder funktionelle MRI Untersuchungen mit visuellen Reizen.

Gesichtsfeldprüfungen

Vielfach bestehen bei ZNS Läsionen Ausfälle des Gesichtsfeldes, die im Rahmen der neurologischen und der augenärztlichen Untersuchungen erfasst werden müssen.

Stereosehtests

Zur Verfügung stehen: Titmus Test (Titmus Fliege und Titmus Bilder), Randot Stereotest, TNO Test und Lang Stereotest. Bei kleineren oder sprachgestörten Kindern sind matching Hilfen zu empfehlen.

Diagnostik von visuellen Wahrnehmungsstörungen

Die Feststellung einer zentral-visuellen Wahrnehmungsstörung (visuelle Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung, VVWS) erfolgt mit Hilfe standardisierter Leistungstests bzw. standardisierter Entwicklungs- und Intelligenztests, um diese nach Art der Störung zu spezifizieren, ihren Schweregrad abzuschätzen und sie von einer allgemeinen Intelligenzminderung abzugrenzen. Die Diagnose einer zentral-visuellen Wahrnehmungsstörung im Sinne einer umschriebenen Entwicklungsstörung ist dann zu stellen, wenn die visuelle Wahrnehmung deutlich vom allgemeinen Niveau der kognitiven Entwicklung abweicht und eine umfassende Entwicklungsstörung oder eine signifikante kognitive Entwicklungsstörung ausgeschlossen werden kann. Als signifikante Abweichung ist ein statistisches Maß von 1,5 bis 2 Standardabweichungen vom Mittelwert gebräuchlich.

Als doppeltes Diskrepanzmaß wäre sowohl die signifikante Abweichung vom Durchschnittswert der gemessenen Wahrnehmungsleistung zu fordern, als auch ein gleichzeitig bestehendes Diskrepanzmaß von 1,5 - 2 Standardabweichungen vom IQ-Testergebnis. Die Umsetzung einer solchen Forderung ist nur bedingt möglich, da bisher nur einige Funktionen der visuellen Wahrnehmung testdiagnostisch valide und reliabel erfasst werden können und nur wenige Entwicklungstests der visuellen Wahrnehmung vorliegen, mit denen ein normaler Entwicklungsverlauf über einen Zeitraum von mehreren Jahren beschrieben werden kann.

Ein zusätzliches Problem besteht darin, dass bei der Bearbeitung nonverbaler Intelligenztests in hohem Maße komplexe visuelle Wahrnehmungsleistungen gefordert sind und sich damit die Frage stellt, ob beide Maße unabhängig voneinander sind oder ob sie ähnliche Funktionen messen.

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Ab dem vierten Lebensjahr können zunehmend quantitative Funktionstests zur Beurteilung des Sehvermögens sowie zur Beurteilung komplexer visueller Wahrnehmungsleistungen eingesetzt werden. Dabei sind die Grenzen zwischen visuellen Wahrnehmungsleistungen und kognitiven Leistungen, wie sie z.B. mit Hilfe von Intelligenztests gemessen werden, fließend (Atkinson 2000). Visuelle Wahrnehmung stellt keine isolierte Funktion dar, sondern ist als aktive Leistung zu verstehen, die in Kombination mit anderen kognitiven Leistungen wie Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Motivation, Emotion, Sprache und Lernen erfolgt. Eine zuverlässige Überprüfung visueller Wahrnehmungsleistungen setzt damit ausreichende kognitive, motorische und motivationale Funktionen voraus (Zihl und Priglinger 2002).

Psychometrische Testverfahren

Für jüngere Kinder

wurde das Neuropsychologischen Entwicklungs-Screening (NES) (Petermann und Rienziehausen 2005) entwickelt, das als standardisiertes, aktuell normiertes und reliables Screening-Verfahren für Kinder von 4 bis 24 Monate und für einen zusätzlichen Zeitraum zwischen dem 17. und 19. Lebensmonat vorliegt. Es erfasst reifungsbedingte Entwicklungsauffälligkeiten mit hoher Sensitivität. Untersuchte Entwicklungsbereiche sind: Visuelle Wahrnehmung, Visuomotorik, Feinmotorik, Kognition, Explorationsverhalten, Haltungs- und Bewegungssteuerung sowie rezeptive und expressive Sprache. Zur Interpretation können sowohl bereichsspezifische Punktwerte als auch die Gesamtsumme ermittelt werden und die individuelle Leistung entsprechend ihres Perzentilenwertes als auffällig (< 10. Perzentile), grenzwertig oder unauffällig (> 25. Perzentile) klassifiziert werden.

Im Vorschulalter

werden Intelligenztests, wie z.B. HAWIVA-III (Ricken et al. 2007, K-ABC (Melchers u. Preuß 2001), SON-R (Tellegen et al. 2005) oder Entwicklungstests, wie z.B. der Wiener Entwicklungstest (Kastner-Koller 2003) oder der ET 6-6 (Petermann und Stein 2000) eingesetzt, die Hinweise auf visuelle Wahrnehmungsstörungen geben. Zur weiteren Präzisierung können spezifische Entwicklungstests der visuellen Wahrnehmung zur Anwendung kommen.

Atkinson et al. (2002) entwickelten eine umfassende Testbatterie zur Erfassung der kindlichen Wahrnehmungsentwicklung. Es liegen Normierungsdaten von neugeborenen Kindern bis zum Alter von 4 Jahren vor. Die Testbatterie besteht aus 22 Einzeltests, die visuelle Wahrnehmungsparameter von basalen Visus-Funktionen (Sehschärfe, Kontrast, Stereosehen), sogenannte "core vision tests", wie sie in der Regel von Ophthalmologen und Orthoptisten durchgeführt werden, bis zu komplexen visuellen Wahrnehmungsleistungen (z.B. Figur-Grund-Wahrnehmung, Visuomotorik, Visuokonstruktion usw.) erfassen.

Für den deutschen Sprachraum liegen ebenfalls Entwicklungstests zur visuellen Wahrnehmung vor, wie z.B. Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung FEW-2 (Büttner et al. 2008) als deutsche Fassung des Developmental Test of Visual Perception DTVP-2 (Hammill et al. 1993), der in aktueller Normierung für die Altersgruppe 4-8, 11 Jahre vorliegt und konzeptionelle Mängel des DTVP-2 beseitigt. Der FEW-2 erlaubt eine differenzierte Beurteilung der kindlichen Entwicklung zur visuellen Wahrnehmung anhand von insgesamt 8 Untertests: Auge-Hand-Koordination, Lage im Raum, Abzeichnen, Figur-Grund, Räumliche Beziehungen, Gestalterschließen, visuomotorische Geschwindigkeit und Formkonstanz. Der Test differenziert dabei zwischen motorik-freien (motorik-reduzierten) und motorik-abhängigen Wahrnehmungsleistungen. Der Test ermöglicht neben der Ermittlung eines globalen Wahrnehmungsquotienten (GVWQ) die Ermittlung eines motorik-reduzierten Wahrnehmungsquotienten (MRWQ) und eines Quotienten der visuo-motorischen Integration (VMIQ). Eine Interpretation von Subtestleistungen kann Hinweise über individuelle Stärken und Schwächen liefern. Die Diagnose einer visuellen Wahrnehmungsstörung erfordert die Ermittlung mindestens eines der drei Wahrnehmungsquotienten und kann nicht auf der Basis einzelner Untertests vorgenommen werden.

Die Arbeitsgruppe von Stiers entwickelte eine Testbatterie aus 8 Einzeltests, davon sind 5 Computertests, mit zahlreichen Items, die auch von Kindern mit zerebralen Bewegungsstörungen bewältigt werden können. Die Testbatterie L94 ist für Kinder zwischen 3 und 6 Jahren normiert (Stiers et al. 2001, Ortibus et al. 2009). Geprüft werden u.a. visuelles Matching, Benennung von Objekten und Erkennen von Objekten aus unkonventionellem Blickwinkel. Die Items prüfen Fähigkeiten des ventralen und des dorsalen Verarbeitungsweges bei den jeweiligen Tests, so dass diese Leistungen getrennt ausgewertet werden können.

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Im Schulalter

gehören zu den prominentesten psychometrischen Verfahren der Wechsler Intelligenztest für Kinder, der in deutscher Adaptation und aktueller Normierung vorliegt (HAWIVA-III, Ricken et al. 2007 und HAWIK-IV, Petermann u. Petermann 2007). Der HAWIK-IV besteht aus zehn Kerntests, die ein breites Spektrum zentral visueller Wahrnehmungsleistungen erfassen. Dazu gehören Figur-Grund-Unterscheidung, visuell-räumliches Vorstellungsvermögen, die Fähigkeit zur Analyse und Synthese visueller Stimuli, visuelles Kurzzeitgedächtnis, visuomotorische und visuokonstruktive Leistungen. Die Auswertung ermöglicht neben der Ermittlung eines Gesamt-IQ eine Profilanalyse und die Zusammenfassung einzelner Untertests u.a. zu den Indexwerten: Wahrnehmungsgebundenes logisches Denken und Sprachverständnis. Besteht eine deutliche Diskrepanz zwischen diesen beiden Werten, spricht man von einer dissoziierten Intelligenz, die im zweiten Schritt auch durch spezifische Tests der visuellen Wahrnehmung näher untersucht werden sollte.

Zur speziellen Diagnostik raumanalytischer und räumlich konstruktiver Störungen wurde der Abzeichentest für Kinder (Heubrock et al. 2004) entwickelt, der in standardisierter Form für Kinder im Alter von 7 - 14 Jahren vorliegt. Im Unterschied zu anderen Zeichentests, ist die Durchführung des ATK nicht durch feinmotorische oder Gedächtnisstörungen konfundiert, da diese in die Auswertung nicht eingehen. Frühere Testverfahren, wie z.B. der Benton-Test (Benton 1996) oder der Göttinger Formreproduktionstest GFT (Schlange 1977) basierten noch auf dem "MCD"-Konzept und klassifizierten als pathologisch auch räumlich-konstruktive "Fehlleistungen" wie Rechts-Links-Vertauschungen, unrichtige Wiedergabe von Größenverhältnissen und Entfernungverhältnissen, die als Normvariante in bestimmten Altersgruppen durchaus vorkommen (Heubrock et al. 2004). Der Test eignet sich wegen seiner guten Praktikabilität und zeitökonomischen Durchführbarkeit als Screening-Verfahren; kritisch ist anzumerken, dass Testgütekriterien nur unzureichend erfüllt sind und Angaben zur Reliabilität bisher fehlen.

Ein ergänzendes neuropsychologisches Verfahren zu Abklärung raumanalytischer und räumlich-konstruktiver Störungen ist die Testbatterie für visuelle Objekt- und Raumwahrnehmung VOSP (Warrington u. Merle 1992) die in deutscher Übersetzung vorliegt. In einer Studie von Pache et al. (2004) wurden erste Normwerte für Kinder an einer Gruppe von 31 Kindern aus dem Raum Basel ermittelt.

Als zeitökonomisches Screeningverfahren zur Beurteilung eines breiten Spektrums visuell-räumlicher und visuo-konstruktiver Leistungen kann der Rey Osterrieth Complex Figure Test (Osterrieth 1944) eingesetzt werden für den sowohl Normwerte für Kinder als auch für Erwachsene vorliegen. In einer Neuseeländischen Studie (Fernando et al. 2003) wurde der Test an einer Stichprobe von 840 Kindern im Alter von 7 - 18 Jahren standardisiert.

Um die allgemeine Intelligenz stark sehbehinderter oder blinder Probanden festzustellen, kann der Intelligence Test for Visually Impaired Children (ITVIC) von Dekker et al. (1996) eingesetzt werden, der in deutschsprachiger Übersetzung vorliegt. Neben einem Gesamt-IQ kann die Intelligenz im verbalen Bereich (V-IQ) und im (haptischen) Handlungsbereich (H-IQ) ermittelt werden. Der Test zeigt insgesamt befriedigende Testgütekriterien; er wurde an einer Gruppe von 155 Kindern und Jugendlichen in den Niederlanden standardisiert. Es liegen Altersnormen für blinde oder stark sehbehinderte Kinder im Alter von 5,11 bis 16,1 Jahre vor. Eine Aktualisierung der Normen und mögliche Modifikation des Tests ist vorgesehen.

Für Jugendliche und Erwachsene

stehen differenziertere Testverfahren zur Verfügung. Die Birmingham Object Recognition Battery (BORB, Riddoch u. Humphreys 1993). Der Untertest 1 (Abzeichenaufgabe), 7, 8, 10 - 12 und 14, sowie der 9 (Zeichnen aus dem Gedächtnis) prüfen die Objekterkennung. Die Untertests 2 - 5 erfassen die visuell räumlichen und räumlich konstruktiven Leistungen und der Untertest 6 (Überlappende Figuren) das Formsehen und die Figur-Grund-Differenzierung.

Außerdem bietet das Wiener Testsystem eine Sammlung von Computer-gestützten, standardisierten und validierten Tests an, die spezifische visuelle Wahrnehmungsleistungen erfassen (Schufried et al. 2008), die jedoch nicht normiert sind.

Zur Gesichterwahrnehmung wird der Facial Recognition Test eingesetzt (Benton et al. 1994), dessen Verlässlichkeit allerdings von Duchaine u. Nakayama (2004) im Rahmen einer Querschnittsstudie bei 150 Patienten mit Prosopagnosie in Frage gestellt wurde.

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Zur Diagnostik und Therapie von visuellen Explorationsstörungen eignet sich das Programmpaket EYEMOVE (Kerkhoff u. Marquardt, 2005). Hier wird zunächst anhand von 10 verschiedenen visuellen Untertests eine detaillierte Analyse der erhaltenen und beeinträchtigten Explorationsleistungen inklusive eines Gesichtsfeldscreenings durchgeführt.

Leistungstests

Zur Prüfung der visuellen Leseleistungen dienen orientierende Tests, wie z. B. lautes Vorlesen. Zur Diagnostik spezieller Defizite von Wahrnehmungs- oder okulomotorischen Störungen werden weitere Testverfahren eingesetzt, wie z.B. lateralisiert tachistoskopisch dargebotener Wörter am PC (Überprüfung der Wahrnehmungsspanne für Wörter ("reading span") bei zentrumnahen Gesichtsfeldausfällen).

Das READ-Programm (Kerkhoff und Marquard 2005, 2009) erlaubt zunächst die Erfassung von bis zu 18 verschiedenen Aufgaben rund um das Lesen. Diese gliedern sich in basale Leistungen (z.B. Einzelbuchstabenlesen, Einzelwortlesen, Lesen von Fließtext, Lesen von Texten unter verschiedenen Kontrastbedingungen, lateralisiert dargebotene Worte, zusammengesetzte Worte) und funktional-alltagsnahe Leseleistungen (z.B. Tippfehler suchen, Textstellen lesen und erinnern, Vergleich von Preisangaben, Tippen von Telefonnummern u.a.m.).

Tabelle 2: Relevante psychometrische Verfahren zur Diagnostik visueller Wahrnehmungsstörungen

Altersbereich	Testbezeichnung	Allgemeine Ziele	Spezielle Ziele*	Autoren
Kleinkindalter	Neuropsychologisches Entwicklungsscreening (NES)	Entwicklungsstörungen	VW, VM	Petermann et al. 2005
Vorschulalter	HAWIVA-III, K-ABC, SON-R	Intelligenztests	Mit zahlreichen Untertests zur VW	Ricken et al. 2007, Melchers et al. 2001, Tellegen et al. 2005
	Wiener Entwicklungstest	Entwicklungsstörungen	Untertests zur VW	Kastner-Koller 2003,
	ET 6-6	Entwicklungsstörungen	Untertests zur VW	Petermann et al. 2000
	Testbatterie für kindlichen Wahrnehmungsentwicklung	Sehfähigkeit und VM (22 Tests)	FG, VM, VK	Atkinson et al. 2002
	Frostigs Entwicklungstest der vis. Wahn. (FEW-2)	Vis. Wahn.(8 Untertests)	VM, FG, LR, RB	Büttner et al. 2008
	Assessment of Cerebral Visual Impairment (L94)	Sehfähigkeit u. VW(8 Tests, z.T. Computertests)	Vis. Matching, OW, Differenzierung: Ventraler u. dorsaler Verarbeitungsweg	Stiers et al. 2001
Schulalter	HAWIK-IV	Intelligenztest(10 Tests zur Vis.Wahn.)	FG, VG, VK, RB	Petermann et al. 2007
	Abzeichentest für Kinder (Screeningtest)	Vis. Wahn.	RB, RL, VK	Heubrock et al. 2004
	Testbatterie für visuelle Objekt- und Raumwahrnehmung (VOSP)	Vis. Wahn.	OW, VR, VK, LR	Warrington u. Merle 1992
	Rey Osterrieth Complex Figure Test	Screeningtest	VR, VK, LR	Osterrieth 1944,

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

	Intelligence Test for Visually Impaired Children (ITVIC)	Intelligenztest	Verbal-IQ u. Haptischer -IQ	Dekker et al. 1996
Jugendliche u. Erwachsene	Birmingham Object Recognition Battery (BORB)	Vis. Wahrn.(16 Tests)	OW, Formerkennung, FG, LR	Riddoch et al. 1993
	Wiener Testsystem	Computergestütztes System zur Visuellen Wahrnehmung		Schufried et al. 2008
	Facial Recognition Test	Selektiver Test	Gesichtserkennung	Duchaine et al. 2004
	EYE MOVE Programm	Visuelle Exploration (10 Tests)	Visuelle Exploration u. Gesichtsfeld	Kerkhoff et al. 2005

*Abkürzungen: VW = Visuelle Wahrnehmung, OW = Objekterkennung und -benennung, VM = Visuomotorik, VK = Visuonstruktion, FG = Figur-Grund Wahrnehmung, LR = Lage im Raum, RB = Räumliche Beziehungen, VG = Visuelles Gedächtnis

Therapien / Rehabilitation

Zur Behandlung von Kindern mit visuellen Wahrnehmungsstörungen werden in Abhängigkeit von der Art und Schwere der Störung unterschiedliche Verfahren eingesetzt. Eine Heilung kann generell nicht erreicht werden. Vielfach zielt die Behandlung auf die Kompensation vorhandener Beeinträchtigung. Die Beratung über die Ursachen und Folgen spezieller Funktionsstörungen oder Defizite steht daher im Vordergrund. Sie führt zu einem besseren Verständnis der Beeinträchtigungen und hilft mit ihnen umzugehen.

Behandlung bei ZNS Läsionen

Lanners et al. (1999) führten eine Studie durch (allerdings ohne Kontrollgruppe) mit Leistungserfassung vor und nach Behandlung über die Erfolge einer frühen Interventionen bei Kindern mit zerebralen Sehstörungen/Blindheit (infolge hypoxischer Ereignisse, Hirnblutung oder Läsionen bzw. neuroanatomischen Veränderungen). Es wurden verschiedene Lichtexpositionen, wie z.B. Schwarzlicht oder reflektierende bzw. leuchtende Objekte und Materialien angeboten, wie sie bei der Frühförderung von blinden Kindern genutzt werden. Unter der Therapie besserte sich bei 2 /3 der Kinder die visuelle Wahrnehmung. Auch Werth und Seelos (2005) berichteten über gute Erfolge einer systematischen visuellen Stimulation bei zerebral blinden Kindern in einer vergleichenden Studie. Im Einzelfall ist es schwierig zwischen dem Spontanverlauf, der nicht selten zur deutlichen Besserung der Wahrnehmung führt (Wong 1991) und dem Erfolg von speziellen Förder- und Therapieinterventionen zu unterscheiden.

Bei Störungen der visuellen Raumorientierung, die im Kindesalter auch im Rahmen von Entwicklungsstörungen relativ häufig vorkommen (s.o.), werden bei der Rehabilitation unterschiedliche therapeutische Konzepte eingesetzt (Kerkhoff 2006, Groh-Bordin und Kerkhoff 2009). In Anbetracht der Bedeutung motorischer und vestibulärer Prozesse für das Wahrnehmung, Visualisieren und Handeln im Raum sollten zukünftige Behandlungsstudien diese Möglichkeiten sehr viel mehr in die Behandlung der Kinder und Jugendlichen miteinbeziehen:

- Feedbackbasiertes Training, das sich auf einzelne räumliche Qualitäten, wie z. B. Position von Objekten im Raum, bezieht;
- optokinetische Stimulation, die sich auf Längen-, Distanzschätzung und die gestörte subjektive Mitte in der Linienhalbierung bezieht;
- räumlich-konstruktives Training, bei dem konstruktiv mit Materialien gearbeitet wird;
- alltagsorientierte Therapie, mit dem Ziel die Selbständigkeit zu verbessern;
- Reaktionsverkettung mit mnemonischen Strategien; es wird durchgeführt zum Erfassen und Wiedererkennen von "Landmarken", die aneinandergefügt werden müssen. Diese Landmarken finden sich zunächst im nahen therapeutischen Umfeld und später im Alltagsraum. Dieses Verfahren dient der Verbesserung der topografischen Orientierung im Raum.

Die ersten beiden Vorgehensweisen führen zu Verbesserungen bestimmter, geübter Funktionen. Inwieweit sie in den Alltag transferiert werden können, hängt von der individuellen Relevanz des

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Trainingsziels ab. Bei der Ergotherapie nehmen die dritte und vierte Vorgehensweise einen großen Raum ein, da alltagsorientierte komplexere Aufgabenstellungen den Transfer begünstigen. Bis heute fehlen allerdings ausreichend fundierte Evaluationsstudien zu speziellen Interventionen. Letztlich bietet eine längerfristige "alltagsnahe" Therapie oder Förderung, die sich an den bestehenden Defiziten bzw. Fähigkeiten orientiert und in kleinen Schritten definierte Ziele setzt, die beste Möglichkeit zur Kompensation (Goldenberg et al. 2006, Münßinger und Kerkhoff 2002, Groh-Bordin und Kerkhoff 2008).

Zur Therapie der seltenen visuellen Agnosien steht kein pathophysiologisch begründetes Konzept zur Verfügung, daher werden vor allem Kompensationsstrategien vermittelt (Goldenberg et al. 2006). Diese verfolgen eine Verbesserung der visuellen Suchstrategien, damit relevante Objektmerkmale besser bemerkt und angeschaut werden. Das kann zu verbesserten Objekterkennungsleistungen führen, die auch die Erkennung von Alltagsobjekten (z.B. Schlüssel) deutlich verbessert (Kerkhoff et al. 1997).

Behandlung bei Entwicklungs- und Lernstörungen

Neben den erwähnten ergotherapeutischen Vorgehensweisen wird das Frostig-Programm eingesetzt. Es wurde entwickelt zur Förderung von Wahrnehmungsstörungen bei Lernstörungen. Die Erkennung von visuellen Wahrnehmungsstörungen und ihre Behandlung war ein neuer und wesentlicher, aber nicht der einzige Teil ihres Programms (Frostig et al. 1974). Auch der Bewegungserziehung wurde große Bedeutung beigemessen, die aber, zumindest in Deutschland, in der Praxis wenig Anwendung findet (Frostig 1973, Frostig et al. 1974 u. 1981, Lockowandt 1994). Die Behandlungs- und Förderprogramme beziehen sich auf viele, zweidimensionale (z.B. Papier-Bleistift) Tätigkeiten. Zusätzlich wird der Pertra-Satz eingesetzt, bei dem die von Frostig betonten fünf Förderbereichen (s.o. Testverfahren) berücksichtigt sind. Es handelt sich um Übungsmaterialien aus Massivholz, die einen dreidimensionalen kreativen Umgang mit Formen, Farben, räumlichen Beziehungen usw. ermöglichen. Die Pertra Materialien zur Förderung der Hand- und Graphomotorik, der visuellen Wahrnehmung sowie kognitiver Prozesse werden ständig weiterentwickelt (www.pedalo.de/pertra/pertra_news/pertra_news.html) ([externer Link](#)). Schon seit langem wird bezweifelt, dass solche oder ähnlich Trainings- oder Behandlungsprogramme wirklich sinnvoll sind (Mann 1970). Dennoch werden sie in unterschiedlichen Varianten und über Jahre hinweg eingesetzt, ohne dass verlässliche Evaluationsstudien über eine spezifische Wirksamkeit auf die Lernleistungen vorliegen.

Behandlungsoptionen bei Lese-Rechtschreibstörungen

Sakkadentraining

Störungen der Blickfolge ("oculomotor tracking") bei der Bilderfassung während des Leseprozesses werden dem magnozellulären System zugeordnet. Dabei soll die Inhibition der visuellen Wahrnehmung während der Augenbewegungen (z.B. Sakkaden) unzureichend sein. Nach Fischer findet sich bei LRS eine Störung der Antisakkadenbewegung als ein besonderes Merkmal. Durch spezielle Untersuchungstechniken sollen die Steuerungsstörungen nachgewiesen und durch spezifische Trainingsprogramme verbessert werden können (Fischer 1999).

Werth (2001) fand, dass bei Kindern mit Lese-Rechtschreibstörungen die Fixation von Wörtern bzw. Wortsegmenten nicht ausreichend gelingt. Er entwickelte ein Computerprogramm, bei dem die Fähigkeit, größere Wortsegmente zu erfassen, trainiert werden soll. Da er bei einigen Kindern eine deutliche Besserung der Lesefähigkeit nach mehrmonatigem Trainingsprogramm gesehen hat, hält er dieses Verfahren generell geeignet für LRS-Kinder. Ebenso wie zu dem Sakkadentraining liegen auch hierzu keine ausreichend abgesicherten Evaluationsstudien vor.

Lesetrainings und Explorationstrainings

Visuell bedingte Lese- und Explorationsstörungen sind häufig nach Hirnschädigung. Mittels zweier neuer, langjährig erprobter Diagnostik- und Behandlungspakete (READ und EYEMOVE, Kerkhoff und Marquardt 2005) können diese Störungen zunächst detailliert erfasst und anschließend im gleichen System behandelt werden. Das READ-Programm erlaubt zunächst die Erfassung von bis zu 18 verschiedenen Aufgaben rund um das Lesen (s.o.). Nach einer standardisierten Diagnostik kann ein stufenweises Lesetraining beginnen, das nachweislich bei zerebral sehgestörten Patienten das Lesen deutlich verbessert. Hier lernen (bzw. wiedererlernen) die Patienten das Lesen in verschiedenen Stufen: a) kurze Einzelworte, Lesen von Fließtext in einem zentralen Gesichtsfeldbereich (Moving-Window-Technik), das Lesen kurzzeitig dargebotener Worte (tachistoskopische Leseaufgaben), Zahlenlesen, trainieren ihr Textgedächtnis u.a.m. (Details hierzu in Kerkhoff und Marquardt, 2009).

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

Zur Diagnostik und Therapie von visuellen Explorationsstörungen eignet sich das o. g. Programmpaket EYEMOVE (Kerkhoff und Marquardt, 2005). Im Anschluss an die Diagnostik folgt die störungsspezifische Behandlung, die zunächst mit einem Sakkadentraining beginnt, das die Ausführung zielgenauer und rascherer Sakkaden zu zentralen und peripheren Blickzielen verfolgt. Anschließend werden visuelle Suchstrategien auf alltagsnahen Vorlagen geübt, etwa das Suchen und Zählen von Objekten, der Vergleich von Preisangaben, die Beachtung zweier konkurrierender Reize ohne dass es zur Extinktion kommt (Doppelsimultanstimulation) sowie visuelle Gedächtnisaufgaben.

Medikamentöse Behandlung

Methylphenidat ist als supportive Intervention bei Kindern mit Aufmerksamkeits- und Konzentrationsstörungen bzw. Hyperaktivität, eine therapeutische Option zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit im Alltag bei Umschriebenen Entwicklungsstörungen und "Teilleistungsstörungen" aber auch zur Unterstützung von therapeutischen Maßnahmen z.B. im Rahmen der Ergotherapie. Eines der bekanntesten Phänomene, die klinisch zu beobachten sind, ist die Verbesserung der Visuo- und Graphomotorik bei Schulkindern. Rhodes et al. (2004) konnten nachweisen, dass unter Methylphenidat einzelne Tests zur visuellen Wahrnehmung, wie z.B. die Mustererkennung, signifikant besser bewältigt wurden.

Übersichtsliteratur

- Goldenberg G, Pössl J, Ziegler W (Hrsg) (2002) Neuropsychologie im Alltag. Thieme, Stuttgart New York
- Karnath H-O, Thier P (Hrsg) (2006) Neuropsychologie. Springer, Berlin Heidelberg New York. 2. Aufl.
- Karnath H-O, Hartje W, Ziegler W (Hrsg) (2006) Kognitive Neurologie. Thieme, Stuttgart New York
- Zihl J, Priglinger S, (2002) Sehstörungen bei Kindern. Springer, Wien

Literatur

1. Acredolo LP (1978) Development of spatial orientation in infancy. *Developmental Psychology*. 14:224-234
2. Atkinson J, King J, Braddick O, Nokes L, Anker S, Braddick F (1997) A specific deficit of dorsal stream function in Williams Syndrom. *Neuroreport* 8:1919-1922
3. Atkinson J (2000) *The Developing Visual Brain*. Oxford Psychology Series No.32
4. Atkinson J, Anker S, Rae S, Hughes S, Braddick O (2002) A test battery of child development for examining functional vision (ABCDEFV). *Strabismus*, Vol.10, No.4, 245-269
5. Benton A, Sylvan S, Spreen O (1996) *Der Benton Test*. Handbuch (7.Auflage) Huber, Bern
6. Benton AL, Sivan AB, Hanisher K, Varney NR, Spreen O (1994) *Contributions to Neuropsychological Assessments*. Oxford Press, New York
7. Boden C, Giaschi D (2007) M-Stream Deficit and Reading-Related Visual Processes in Developmental Dyslexia. *Psychological Bulletin*, Vol.133, No.2, 346-366
8. Born P, Leth H, Miranda M, Rostrup E, Stensgard A, Petersen B, Larsson H, Lou H (1998) Visual activation in infants and young children studied by functional magnetic resonance imaging. *Pediatric Research* 44:578-583
9. Bühlhoff HH, Ruppertsberg A (2006) Funktionelle Prinzipien der Objekt- und Gesichtserkennung. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) *Neuropsychologie*. Springer Berlin Heidelberg New York. 2. Aufl.
10. Büttner G, Dacheneder W, Schneider W, Weyer K (2008) *Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung-2*. Hogrefe, Göttingen
11. Campana G, Cowey A, Casco C, Oudes I, Walsh V (2007) Left frontal eye field remembers "where" but not "what". *Neuropsychologia* 2340-2345
12. Cioni G, Mercuri E (Eds) (2008) *Neurological Assessment in the first two Years of Life*. Clinics in Developmental Medicine No. 176. MacKeith Press, distributed by Blackwell Publishing
13. Dalen K, Bruaroy S, Wentzel-Larsen T, Nygaard M, Laegreid LM (2006) Non-verbal learning disabilities in children with infantile hydrocephalus, aged 4-7 years: a population-based, controlled study. *Neuropediatrics* 37:1-5
14. Dekker R, Drenth, P JD, Zaal, J.N. (1996) *Intelligence Test for Visually Impaired Children aged 6-15*. Vol. I-III Bartimeus Centre Zeist. 1989. Übertragung ins Deutsche: ITVIC-D von Paul Nater, Humboldt-Universität. Berlin.
15. Dieterich M (2006) Vestibuläres System und Störungen der vestibulären Raumorientierung. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) *Neuropsychologie*. Springer, Berlin Heidelberg New York. 2. Aufl.
16. Duchaine BC, Nakayama K (2004) Developmental prosopagnosie and the Benton Facial Recognition Test. *Neurology* 62:1219-1220
17. Facoetti A, Lorusso ML, Pagnoni P, Umiltà C, Mascetti G (2003) The role of visuospatial attention in

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

- developmental dyslexia. *Cognitive Brain Research* 15:154-164
122. Fernando K, Chard L, McKay C (2003) Standardisation of the Rey Complex Figure Test in New Zealand Children and Adolescents. *New Zealand Journal of Psychology* 32: 33-38
 123. Fielder AR, Mayer DL (1991) Delayed visual maturation. *Semin Ophthalmol* 6:182-193
 124. Fimm B (2007) Aufmerksamkeit. In: Kaufmann, L, Nürk, H-C, Konrad K, Willmes, K (Hrsg) *Kognitive Entwicklungspsychologie*. Hogrefe, Göttingen, S 153.-176.
 125. Fischer B (1999) *Blickpunkte. Neurobiologische Prinzipien des Sehens und der Blicksteuerung*. Huber Bern Göttingen
 126. Frostig M (1973) *Bewegungserziehung - Neue Wege der Heilpädagogik*. Reinhardt München Basel
 127. Frostig M, Horne D, Miller AM (1974) *Wahrnehmungstraining. Für deutsche Verhältnisse herausgegeben von A. und E. Reinartz. Cruwell, Dortmund*
 128. Frostig M, Müller H (1981) *Teilleistungsstörungen. Ihre Erkennung und Behandlung bei Kindern*. Urban u. Schwarzenberg, München Berlin Baltimore
 129. Gazzaniga MS, Ivry RB, Mangun GR (2002) *Cognitive Neuroscience*. Norton New York
 130. Genzel S, Kerkhoff G, Scheffter S (1995). PC-gestützte Standardisierung des Bildmaterials von Snodgrass & Vanderwart (1980) I. *Deutschsprachige Normierung. Neurolinguistik* 9; 41-53.
 131. Goldenberg G (2006) *Visuelle Objektagnosie und Prosopagnosie*. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) *Neuropsychologie*. Springer, Berlin Heidelberg NewYork. 2. Aufl.
 132. Goldenberg G, Pössl J, Ziegler W (2006) *Der Alltag als Richtschnur*. In: Goldenberg G, Pössl J, Ziegler W (Hrsg) *Neuropsychologie im Alltag*. Thieme, Stuttgart New York
 133. Goyen T-A, Lui F, Woods R (1998) Visual-motor, visual-perceptual and fine motor outcomes in very low-birth-weight children at 5 years. *Dev Med Child Neurol* 40:76-81
 134. Groh-Bordin C, Kerkhoff G (2009, im Druck) *Störungen der Visuellen Raumwahrnehmung und Raumkognition*. In: Sturm, Hermann, Münte (Hrsg.) *Lehrbuch der Klinischen Neuropsychologie*. Spektrum Verlag, Frankfurt.
 135. Gunn A, Cory E, Atkinson J, Braddick O, Wattam-Bell, Guzzeta A, Cioni G (2002) Dorsal versus ventral stream sensitivity in normal development hemiplegia. *Neuroreport* 1:1-5
 136. Haase W, Rassow B (1995) *Sehschärfe*, In : Kaufmann H. (Hrsg) *Strabismus*, 2. Auflage. Enke, Stuttgart
 137. Hammill DD, Pearson NA, Voress JK (1993) *Developmental Test of Visual Perception Second Edition (DTVP-2)*. Austin, TX: PRO-ED
 138. Hammerenger B, Roy M_S, Ellenberg D, Labrosse M, Orquin J, Lippe S, Lepore F (2007) Developmental delay and magnocellular visual pathway function in very-low-birthweight preterm infants. *Dev Med Child Neurol* 49:28-33
 139. Hard AL, Niklasson A, Svensson E, Hellström A (2000) Visual function in school-aged children born before 29 weeks of gestation: a population based study. *Dev Med Child Neurol* 42: 100-105
 140. Haxby JV (2007) The perception of emotion and social cues in faces. *Neuropsychologia* 45:1
 141. Heubrock D, Petermann F (2000) *Neuropsychologische Grundlagen der Entwicklungsstörungen aus Heubrock und Petermann (2000) Risiken in der frühkindlichen Entwicklung*. Hogrefe, Göttingen
 142. Heubrock D, Eberl I, Petermann F (2004) *Abzeichentest für Kinder, ATK*. Hogrefe Göttingen
 143. Hof-van Duin J van, Cioni G, Bertucelli B, Fazzi B, Romano C, Boldrini A (1998) Visual outcome at 5 years of newborn infants at risk of cerebral visual impairment. *Dev Med Child Neurol* 40:302-309
 144. Hohmann A, Menz Hackenberg Ch (1987.) *Früherkennung kindlicher Sehstörungen Stand und Perspektiven*. Deutscher Ärzte Verlag Köln
 145. Isaacs E, Edmonds CF, Chong WK, Lucas A, Gadian DG (2003) Cortical anomalies associated with visuospatial processing deficits. *Ann Neurol* 53:768-773
 146. Jacobson L, Ek U, Fernell E, Flodmark O, Broberger U (1996) Visual impairment in preterm children with periventricular leucomalacia - visual, cognitive and neuropaediatric characteristics related to cerebral imaging. *Dev Med Child Neurol* 38: 724-735
 147. Jacobsen LS, Frisk V, Downie ALS (2006) Motion-defined form processing in extremely premature children. *Neuropsychologia* 44:1777-1786
 148. Jan, J. E., Groenvelde, M., Sykanda, A. M., & Hoyt, C. S. (1987). Behavioural characteristics of children with permanent cortical visual impairment. *Develop Med Child Neurol* 29:571-576
 149. Jan JE, Fremant RD (1998) Who is Visually impaired? *Dev Med Child Neurol* 40:65-67
 150. Jarvis SN, Tamhne RC, Thompson L et al. (1990) Preschool vision screening. *Arch Dis Childhood* 65:288-294
 151. Kastner-Koller U (2003) *Wiener Entwicklungstest*. Diagnostica Vol.49, No.3, 140-145
 152. Kavsek MJ (2000) *Visuelle Wahrnehmung bei Säuglingen*. Pabst Science Publishers, Lengerich Berlin
 153. Kerkhoff G, Münzinger U, Schneider U (1997). *Seh- und Gedächtnistraining*. In: *Fallbuch der Klinischen Neuropsychologie*, Hogrefe Göttingen, S. 98-107.
 154. Kerkhoff G (2006) *Störungen der visuellen Raumorientierung*. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) *Neuropsychologie*. Springer, Berlin Heidelberg NewYork. 2. Aufl.
 155. Kerkhoff G, Marquardt C (2005) *Standardisierte Diagnostik und Therapie bei visuell bedingten Explorationsstörungen: Programm EYEMOVE*. Firma MedCom, J. Schuster: www.medicalcomputing.de (externer Link)

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

226. Kerkhoff G, Marquardt C (2005) Standardisierte Diagnostik und Therapie bei visuell bedingten Lesestörungen: ProgrammREAD. Firma MedCom, J. Schuster: www.medicalcomputing.de
227. Kerkhoff G (2006) Visuelle und akustische Störungen der Raumorientierung. In: Karnath H-O, Hartje W, Ziegler W Kognitive Neurologie. Thieme, Stuttgart New York
228. Kerkhoff G, Marquardt C (2009) READ - Standardisierte Diagnostik und Therapie erworbener, visuell bedingter Lesestörungen. Nervenarzt, im Druck
229. Lanners J, Piccioni A, Fea F, Goergen E (1999) Early intervention for children with cerebral visual impairment: preliminary results. *Journal of Intellectual Disability Research* 43: 1-12
230. Lanzi G, Fazzi E, Ugetti C, Cavallini A, Denova S, Egitto MG, Ferrari Ginevera, Salati R, Bianchi P (1998) Cerebral visual impairment in periventricular leucomalacia. *Neuropediatrics* 29:145-150
231. Lennerstrand G, Jakobsson P, Kvarnström G (1995) Screening for ocular dysfunction in children: Approaching a common program. *Acta Ophthalmol Scand* 73 (Suppl 214): 26 38
232. Livingstone MS, Rosen G, Drislane F (1991) Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *PNAS* 88, 9743-7947
233. Lithander J (1984) "Kolt-Test". Prüfung der Sehschärfe bei 2jährigen. *Z Prakt Augenheilk* 4: 258
234. Lockowandt O (Hrsg, 1994) Frostig integrative Therapie Theorie und Praxis. Borgmann Dortmund
235. Mallot HP (2002) Raumorientierung und kognitive Karten. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) Neuropsychologie. Springer, Berlin Heidelberg NewYork
236. Mann L (1970) Perceptual training misdirections and redirections. *Am J Orthopsychiat* 40: 30-38
237. Matsuba C, Jan J (2006) Long-term outcome of children with cortical visual impairment. *Dev Med Child Neurology* 48: 508-512
238. Melchers P, Preuß U (2001) Kaufmann Assessment Battery for Childre, K-ABC (5.Aufl). Hogrefe, Göttingen
239. Mercuri E, Atkinson J, Braddick O, Anker S, Nokes L, Cowan F, Rutherford M, Pennock J, Dubowitz L (1996) The aetiology of delayed visual maturation. Short review and personal findings. *Europ J Paediat Neurol* 1:31-34
240. Mercuri BE, Spano M, Bruccini G, Frisone MF, Trombetta JF, Blandino A, Longo M, Guzetta F (1996) Visual outcome in children with congenital hemiplegia: correlation with MRI findings. *Neuropediatrics* 27:184-188
241. Meyer-Lindenberg A, Kohn P, Mervis CB, Kippenhan JS, Olsen RK, Morris CA, Berman KF (2004) Neural basis of genetically dertermined visuospatial construction deficit in Williams syndrome. *Neuron* 43:623-631
242. Mobbs D, Garrett AS, Menon V, Rose FE, Bellugi U, Reiss AL (2004) Anomalous brain activation during face and gaze processing in Williams syndrome. *Neurology* 62:2070-2076
243. Motsch S, Mühlendyck (2001) Differenzierung zwischen Legasthenie und okulär bedingten Lesestörungen. *Der Ophthalmologe* 98:660-664
244. Muth D, Heubrock D, Petermann F (1999) Neuropsychologische Gruppentherapie für Kinder mit raumanalytischen und räumlich-konstruktiven Störungen. *Kindheit und Entwicklung* 8:234-246
245. Müller H (2006) Funktionen und Modelle der selektiven Aufmerksamkeit. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) Neuropsychologie. Springer, Berlin Heidelberg NewYork
246. Münßinger U, Kerkhoff G (2002) Verhalten im Raum. In: Goldenberg G, Pössl J, Ziegler W (Hrsg) Neuropsychologie im Alltag. Thieme, Stuttgart New York
247. Niemann H, Gauggel S (2006) Störungen der Aufmerksamkeit. In: Karnath H-O, Hartje W, Ziegler W (2006) Kognitive Neurologie. Thieme, Stuttgart New York
248. Ortibus E, Lagae L, Casteels I, Demaerl P, Stiers P (2009) Assessment of cerebral visual impairment with the L94 visual perceptual battery: clinical value and correlation with MRI findings. *Dev Med Child Neurol* 51 :209-217
249. Osterrieth PA (1944) Le test de copie d'une figure complexe. *Archives de Psychologie* 30 :206-356
250. Pache M, Weber P, Klumpp S, Gutzwiller P, Kaiser HJ (2004) Visuelle Funktionen bei Legasthenie. Ophthalmologische und neuropsychologische Befunde. *Der Ophthalmologe* 101:907-913
251. Pavlova M, Sokolov A Krägeloh-Mann I (2007) Visual navigation in adolescents with early periventricular lesions: knowing where, but not getting there. *Cerebral Cortex* 17:363-369
252. Petermann F, Stein I. (2000) Entwicklungstest von 6 Jahren. Swets, Frankfurt/Main
253. Petermann F, Renziehausen A (2005) Neuropsychologisches Entwicklungsscreening (NES). Huber, Bern (2005)
254. Petermann F, Petermann (Hrsg.) (2007) Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder-IV (HAWIK-IV). Huber, Bern
255. Pierce K, Müller R-A, Ambrose J, Allen G, Courchesne E (2001) Face processing occurs outside the fusiform `face area` in autism: evidence from functional MRI. *Brain* 124:2059-2073
256. Pierce K, Haist F, Sedaghat F, Courchesne E (2004) The brain response to personally familiar faces in autism: findings of fusiform activity and beyond. *Brain* 127:2703-2716
257. Ptok M, Berger R, Deuster C von, Gross M, Lamprecht-Dinesen A, Nikisch A, Radü H, Uttenweiler V (2000) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Konsensus Statement. *HNO* 48:357-360
258. Rhodes SM, Coghill DR, Matthews K (2004) Methylphenidate restores visual memory, but not working memory function in attention deficit-hyperkinetic disorder. *Psychopharmacology* 175:315-330.
259. Riddoch MJ, Humphreys GW (1993) Birmingham Object Recognition Battery. Lawrence Erlbaum, Hove UK

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

296. Ricken G, Fritz A, Schuck KD, Preuß U. (Hrsg.) (2007) Hannover-Wechsler-Intelligenztest für das Vorschulalter HAWIVA-III. Huber, Bern
297. Ritter M (1997) Vorwort und Einleitung zur deutschen Ausgabe. In: Goldstein E B Wahrnehmungspsychologie. Eine Einführung. Spektrum Verlag, Heidelberg Berlin Oxford
298. Robinson R, Boyle P, Garvey P (2007) Ocular interventions: excluding correction of significant refractive error, for specific reading disorder. The Cochrane Library 2007 Issue 1
299. Rotzer S, Kucian K, Martin E, von Aster M, Klaver P, Loenneker T (2009) Optimized voxel-based morphometry in children with developmental dyscalculia. Neuroimage 39:417-422
300. Rourke BP (1995) Syndrome of Nonverbal Learning Disabilities: Neurodevelopmental Manifestations. Guilford Press, New York
301. Russell-Eggitt I, Harris C, Kriss A (1998) Delayed visual maturation: an update. Dev Med Child Neurol 40:130-140
302. Sakata H, Taira M, Kusunoki M (1997) The parietal association cortex in depth perception and visual control of hand action. Trends Neurosci 20:350-357
303. Sarimski K (2003) Entwicklungspsychologie genetischer Syndrome. Hogrefe, Göttingen
304. Schlange H, Stein B, v Boetticher I, Tanelli S (1977) Göttinger Formreproduktionstest GFT-3. Hogrefe, Göttingen
305. Schufried G, Prieler J, Bauer W (2008) Periphere Wahrnehmung (PP). Wiener Testsystem. Schufried, Wien
306. Schultz RT (2005) Developmental deficits in social perception in autism: the role of the amygdale and fusiform face area. Intern J Developmental Neuroscience 2005 23:125-141
307. Shalev RS, Gross-Tsur V (2001) Developmental dyscalculia. Pediatr Neurol 24:337-342
308. Snyder RD, Hata SK, Brann BS, Mills RM (1990) Subcortical visual function in the newborn. Pediatr Neurol 6:333-336
309. Sommerfeldt K, Markestedt T, Ellertsen B (1997) Neuropsychological performance in low birth weight preschoolers: a population based controlled study. Eur J Pediatr 157:53-58
310. Stiers P, de Cook P, Vandenbusche E (1998) Impaired visual perceptual performance on object recognition task in children with cerebral visual impairment. Neuropediatrics 29:80-88
311. Stiers P, van den Hout B (2001) The variety of visual perceptual impairments in pre-school children with perinatal damage. Brain Dev 23, 333-348
312. Stiers P, Vanderken R, Vanneste G, Coene S, deRammelare M, Vandenbusche E (2002) Visual-perceptual impairment in a random sample of children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 44:370-382
313. Stiers P, Vandenbusche (2004) The dissociation of perception and cognition in children with early brain damage. Brain Dev 26, 81-92
314. Stoerig P (2006) Blindsehen. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) (2002) Neuropsychologie. Springer, Berlin Heidelberg NewYork. 2. Aufl.
315. Strebel-Cafilisch R, Bucher HU, DalSanto B, Fawer CL, v. Siebenthal K, Largo RH (1998) Ophthalmologische Störungen bei ehemals extrem kleinen Frühgeborenen im Alter von 10 Jahren. Mschr Kinderheilkd 146:230-234
316. Striano T, Aish A (2006) Seven-9-month-old infants use facial expressions to interpret others' actions. Br J Dev Psychol 24:753-760
317. Tellegen PJ, Laros JA, Peterman F (2005) Nonverbaler Intelligenztest, SON-R 2 ½-7. 3.Aufl. Hogrefe, Göttingen
318. Ungerleider, LG, Courtney, SM, Haxby JV (1998) A neural system for human visual working memory. Proc Nat Acad Sci USA 95: 883-890
319. Van den Hout B, Stiers P (2004) Visual perceptual impairment in children 5 years of age with perinatal brain damage. Brain & Development 26: 251-261
320. Von Hofsten C, Fazel-Sandy S (1984) Development of visual guided hand orientation in reaching. J Exp Child Psychol 38:208-219
321. Vellutino FR Fletcher JM, Snowling MJ, Scanlon DM (2004) Specific reading disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? J Child Psychol Psychiatr 45: 2-40
322. Vicari S, Belluci S, Carlesimo GA (2005) Visual and spatial long-term memory: differential pattern of impairments in Williams and Down Syndromes. Dev Med Child Neurol 47:305-311
323. Warrington EK, Merle J (1992) Testbatterie für visuelle Objekt- und Raumwahrnehmung VOSP (Übersetzung von Caravan). Hartcourt Test Service
324. Weber P, Pache M, Kaiser HJ, Lütsch J (2002) Entwicklung und Entwicklungsstörungen der zentral-visuellen Wahrnehmung. Monatsschr Kinderheilkd 150:62-69
325. Werth R (2001) Legasthenie und andere Lesestörungen - wie man sie erkennt und behandelt. Beck, München.
326. Werth R, Seelos K (2005) Restitution of visual functions in cerebrally blind children. Neuropsychologia 43:2011-2023
327. Wong VCN (1991) Cortical blindness in children: a study of etiology and prognosis. Pediatr Neurol 7:178-185
328. Zihl J (2006) Zerebrale Blindheit und Gesichtsfeldausfälle. In: Karnath H-O, Thier P (Hrsg) Neuropsychologie. Springer, Berlin Heidelberg NewYork. 2. Aufl.
329. Zihl J, Priglinger S, (2002) Sehstörungen bei Kindern. Springer, Wien

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.

330. Zimbardo Ph G (1995) Psychologie. Springer, Berlin Heidelberg 6. Aufl.
331. Zoelch, C. Kerkhoff, G. (2007) Visuooperzeption und Visuomotorik. In: Kaufmann, L., Nürk, H.-C., Konrad, K., Willmes, K. (Hrsg.) Kognitive Entwicklungspsychologie. Hogrefe, Göttingen
-

Verfahren zur Konsensusbildung:

Autoren:

Prof. Dr. Dieter Karch, Klinik für Kinderneurologie und Sozialpädiatrie, Kinderzentrum Maulbronn gGmbH (federführend)
Prof. Dr. Georg Kerkhoff, Arbeitseinheit Klinische Neuropsychologie, Psychologisches Institut Univ. Saarland, Saarbrücken
Dr. Henning Rosenkötter, Sozialpädiatrisches Zentrum, Ludwigsburg
Dipl. Psych. Gotthard Trommer, Klinik für Kinderneurologie und Sozialpädiatrie, Kinderzentrum Maulbronn gGmbH
Dr. med., Dipl. Psych. Peter Weber, Univ. Kinderklinik Basel

Beratende Funktion:

Dipl. Psych. Hanns Kern, Blindeninstitut Würzburg
Prof. Dr. Georg Goldenberg und
Dipl. Psych. Udo Münzinger, Klinik für Neuropsychologie, Klinikum Bogenhausen, München.

Erstellungsdatum:

02/2002

Letzte Überarbeitung:

06/2009

Nächste Überprüfung geplant:

06/2014

Zurück zum [Index Leitlinien Neuropädiatrie](#)

Zurück zur [Liste der Leitlinien](#)

Zurück zur [AWMF-Leitseite](#)

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - **insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung** übernehmen.

Stand der letzten Aktualisierung: 06/2009

©: **Gesellschaft für Neuropädiatrie**

Autorisiert für elektronische Publikation: [AWMF online](#)

HTML-Code optimiert: 08.10.2009; 12:03:52

Die "Leitlinien" der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollten aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die "Leitlinien" sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit - insbesondere von Dosierungsangaben - keine Verantwortung übernehmen.