

VOM SINN DES SEHENS: VISUELLE WAHRNEHMUNG

NEUROPHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN UND REGELRECHTE ENTWICKLUNG VISUELLER FUNKTIONEN

VISUELLE WAHRNEHMUNGSSTÖRUNGEN: KLINIK, TESTMETHODEN

Barbara Käsmann-Kellner

PD Dr. Barbara Käsmann-Kellner
Leiterin der Kinderophthalmologie und Orthoptik
Universitäts-Augenklinik
Kirrberger Str. 1
66421 Homburg (Saar)
kinderaugen@email.de

Einteilung

Neuroanatomische Grundlagen visueller Verarbeitung

- Optische und physikalische Grundlagen des Sehens
- Anatomie der postnatalen Entwicklung des visuellen Systems
- Sensitive / plastische Phase und ihre Konsequenzen für die klinische Praxis

Visuelles Begreifen: Wahrnehmung und Interpretation visuell erfasster Dinge

- Kortikale Verarbeitung visueller Reize
- Kompetenztheorie des Sehens
- Perzeptuelle Organisation / Gestalttheorie
 - Perzeptuelle Gruppierung
 - Regionenanalyse
 - Figur-Grund Organisation
 - Visuelle Interpolation

Zeitgerechte visuelle Entwicklung des gesunden Kindes in den ersten zwei Lebensjahren, Einfluss der visuellen Wahrnehmung auf die allgemeine Entwicklung

Visuelle Wahrnehmungsstörungen im Kindesalter

- Diagnosezeitpunkt sensorisch versus zentral bedingter Sehstörungen
- Zeichen visueller Wahrnehmungsstörungen
- Diagnostik visueller Wahrnehmungsstörungen
- Therapie-Ansätze visueller Wahrnehmungsstörungen

Neuroanatomische Grundlagen der visuellen Verarbeitung

Optische und physikalische Grundlagen des Sehens

Das Sinnesorgan der visuellen Wahrnehmung ist das Auge. Der adäquate Reiz für das Auge ist das sichtbare Licht, also elektromagnetische Wellen im Wellenlängenbereich von etwa 400 bis 700 nm. Der visuell erfassbare Bereich unserer Umwelt untergliedert sich in den fovealen und den peripheren Sehbereich. Der foveale Bereich ist aufgrund der hohen Photorezeptordichte der Bereich höchster Sehschärfe, und nur in der Fovea ist scharfes Sehen möglich. Der Fixationsbereich umfasst retinal einen Sehwinkel von lediglich etwa 1,3°, wohingegen die kortikale Repräsentation der Fovea entsprechend der höchsten visuellen Funktion einen wesentlich größeren Bereich im visuellen Kortex umfassen.

Das periphere, extrafoveale Gesichtsfeld dient der Orientierung und vermittelt die Anreize zur schnellen Fixationsaufnahme.

Bereits auf der retinalen Ebene beginnt die Strukturierung visueller Wahrnehmung: Die Zapfen (drei Typen mit unterschiedlichen Empfindlichkeitsverteilungen über die Wellenlängen des uns sichtbaren Lichts) dienen dem Farbsehen und (konzentriert in der Fovea) der höchsten Auflösung, die Stäbchen dagegen sind lichtempfindlicher und vermitteln das Sehen im Dämmerlicht und im Dunkel. Benachbarte Rezeptoren können sich gegenseitig in ihrer Reaktion auf einen Reiz hemmen (laterale Inhibition). Bei den Ganglienzellen unterscheidet man X- und Y-Zellen. Die X-Zellen dienen der Mustererkennung und befinden sich größtenteils in der Fovea, während die Y-Zellen nicht auf die Fovea beschränkt sind und die Bewegungswahrnehmung in der Peripherie unterstützen.

Anatomie der postnatalen Entwicklung des visuellen Systems

Die meisten wesentlichen Strukturen des visuellen Systems werden vor der Geburt angelegt und erfahren innerhalb der ersten 5 Jahre nach der Geburt eine Ausdifferenzierung. Die Differenzierung auf retinaler Ebene erfolgt durch die Ausbildung der retinalen Neurone und die Differenzierung der Sehbahn durch die Formierung der permanenten Synapsen. Die Ausbildungszeit der später permanenten Synapsen ist die sensitive Periode. Mit neueren Untersuchungen mit radioaktiven und metabolischen Markern für Neurone konnten charakteristische Muster ermittelt werden, nach denen neurales Wachstum und Synapsenbildung stattfinden (Ausbildung der okulären Dominanzsäulen-architektur) und den Unterschied zwischen normalem Wachstum und Wachstum bei Sehbehinderung bzw. Amblyopie und gestörtem Binokularsehen darstellen. Das Faszinierende an der neuroanatomischen Ausreifung ist, dass ein wesentlicher Mechanismus der gezielte Zelltod ist: Insgesamt wird in der Embryonalzeit etwa das 4-fache der später benötigten Zellanzahl zur Verfügung gestellt. Die Differenzierung erfolgt unter anderem durch gezielte Apoptose der nicht optimal ausgebildeten und funktionell weniger wesentlichen Parenchymzellen und Synapsen. Im Erwachsenenalter bedeutet Zelltod fasst ausnahmslos Atrophie und Defektbildung. In der Embryonal- und Kindeszeit dagegen führt Zelltod zu höherer Differenzierung im Dienste der späteren Funktion.

Sensitive / plastische Phase und ihre Konsequenzen für die Praxis

Nach der Geburt setzt sich die Auftrennung (Segregation) zu okulären Dominanzsäulen fort. Das visuelle System ist jetzt dem Licht und Umgebungsreizen ausgesetzt. Es gibt eine Zeitspanne, in der diese Ausreifungsprozesse durch visuelle Einflüsse zu einem gewissen Grad beeinflusst werden können. Diese Phase ist die plastische oder sensitive Phase. Sie wird in eine morphologische plastische Phase und eine funktionelle plastische Phase eingeteilt, da erwiesen ist, dass auch nach Abschluss morphologischer kortikaler Veränderungen noch funktionelle Verbesserungen erreicht werden können.

Das Einsetzen der plastischen Phase ist abhängig von dem Einsetzen visueller Stimulation und von der Zeitdauer der visuellen Wahrnehmungen in den ersten Lebenswochen. Der Verschluss beider Augen führt zur fehlenden Differenzierung der okulären Dominanzsäulen.

Sensitive Phase: unterschiedliche Dauer aus anatomischer und funktioneller Sicht

Beim Affen findet man eine postnatale Abnahme der kortikalen Zellanzahl um etwa 15 %. Die Anzahl von Axonfortsätzen zeigt ein Maximum in der 8. Lebenswoche und dann eine deutliche Abnahme. Die Gliazellen zeigen eine Zunahme um das 10-fache von der Geburt bis zu Jugend. Die Anzahl Synapsen steigt beim Menschen wohl bis zum 8. Monat und nimmt dann kontinuierlich bis zum 10. Lebensjahr ab. Bei Affen bildet sich eine abgeschlossene Segregation und vollständig ausgebildete okuläre Dominanzsäulen im 2. Lebensmonat, bei Menschen ist dieser Zeitpunkt noch nicht definiert.

Das Ende der sensitiven Phase in funktioneller Sicht fällt jedoch nicht zusammen mit dem morphologischen Ende der Segregation in okuläre Dominanzsäulen. Auch wenn die Ausbildung der Dominanzsäulen bei Menschen wohl um den 8. Lebensmonat abgeschlossen ist, haben danach visuelle Einflüsse nach wie vor Auswirkungen auf die Ausreifung der Sehfunktionen. Das Ende der plastischen Phase wird abhängig von den Literaturstellen immer wieder anders diskutiert. Klinische Erfahrungen setzen das Ende der sensitiven Phase des Menschen zwischen dem 7. und 10. Lebensjahr an. Das bedeutet, dass das visuelle System bzw. die visuelle Reifung auch nach abgeschlossener morphologischer Entwicklung der Dominanzsäulen im Kortex und nach abgeschlossener Schichtenbildung vom CGL nach wie vor durch äußere visuelle Beeinflussung modifiziert, gefördert und in der Reifung unterstützt werden kann. Klassisches Beispiel ist hierfür die Amblyopietherapie. Die Tatsache, dass die morphologische Differenzierung um dem 8.-10. Lebensmonat abgeschlossen ist, verdeutlicht aber auch die Notwendigkeit möglichst früher Diagnostik und Therapieeinleitung.

Die entwicklungsgeschichtlichen Auslöser, die zur Beendigung der plastischen Phase(n) führen, sind noch nicht völlig verstanden. Es bestehen drei Vermutungen:

- Kompletierung der Myelinisierung der geniculo-corticalen Fasern
- Kompletierung der Synaptogenese entlang der kortikalen Zellsäulen
- Reduktion möglicherweise plastizitätsunterstützender Faktoren (z.B. Norepinephrin)

Konsequenzen für die Praxis

Viele amblyogene Faktoren (unkorrigierte Refraktionsfehler, Strabismus, angeborene oder frühkindlich erworbene Sehbehinderungen) können in der Kindheit entstehen, ihre Folgen können dann im späteren Leben nicht wieder rückgängig gemacht werden, da das Zeitfenster der sensitiven Phase geschlossen ist.

Frühfördermaßnahmen nach dem rechnerischen Ende der sensitiven Phase können die entstandenen grundlegenden neurologischen Defizite nicht völlig aufheben. Die Diagnostik visueller Störungen (organisch oder binokular - funktionell) muss so früh wie möglich erfolgen, damit die Therapie in eine möglichst große Zeitspanne der plastischen Phase fällt.

Frühfördermaßnahmen sollten daher so früh wie möglich eingeleitet werden. Amblyopietherapie und Frühfördermaßnahmen sollten aufgrund der erwähnten klinischen Erfahrungen auch über das rechnerische Ende der sensitiven Phase fortgesetzt werden.

Hinsichtlich der oft recht späten Diagnostik der visuellen Wahrnehmungsstörungen (siehe weiter unten) erkennt man hier bereits, dass die Förderung visueller Wahrnehmungsstörungen in der Regel erst dann einsetzen kann, wenn die höchste Empfindlichkeit der sensitiven Phase bereits abgeschlossen oder sie gar ganz beendet ist. Dies macht eine möglichst frühe Diagnostik visueller, zerebral bedingter Wahrnehmungsstörungen um so dringlicher.

Visuelles Begreifen: Wahrnehmung und Interpretation visuell erfasster Dinge

Kortikale Verarbeitung visueller Eindrücke

Nach der optischen Aufnahme der Lichtreize erfolgt die Umwandlung in elektrische Potentiale und die Weiterleitung in die primäre Sehrinde V1 okzipital. Die weitere Verarbeitung, nämlich das Erstellen einer Umgebung, eines Sinnzusammenhanges aus den diversen visuellen Eindrücken, das Verstehen, Interpretieren, visuelle Erinnern etc. geschehen in den sekundären assoziierten visuellen kortikalen Zentren V2 – V5. Hier bestehen zwar wesentliche Kenntnisse, welches kortikale Areal zu welchem Teilaspekt visueller Wahrnehmung korreliert (Bewegung, Farben, Muster), über die integrative Verarbeitung und Bewusstwerdung bestehen bislang nur Theorien.

Zur Verarbeitung visueller Reize existieren verschiedene Bahnen mit unterschiedlichen Zielorganen (s. Abbildung....), die auch im Hormonhaushalt des Körpers, beim Schlaf-Wach-Rhythmus (Melatonin) sowie bei der Auslösung supranukleärer Augenbewegungen relevant sind. Die weitaus wichtigste Weiterleitung bezüglich der Informationsinterpretation geht vom Chiasma nervi optici zum Corpus geniculatum laterale (CGL). Vom CGL strahlt die Information über die Radiata optica (Sehstrahlung) zur okzipitalen Großhirnrinde (V1), wo unter anderem die Objekterkennung, Farbsehen, Bewegungssehen, Raumwahrnehmung und stereoskopisches Tiefsehen bewirkt werden. Die Verarbeitung erfolgt in den okulären Dominanzsäulen (s.o.) von Neuronen (senkrecht angeordnet). Säulen mit Neuronen des rechten wechseln sich mit denen des linken Auges ab. Eine weitere Unterteilung in Unter- bzw. Orientierungssäulen trennt solche, die durch verschiedene Qualitäten des Sehens (Farbe, Orientierung von Strukturen, bewegte Reize nach Richtung getrennt etc.) erregbar sind. Von der V1-Region werden die weiterverarbeiteten Informationen weiter an spezialisierte Unterzentren geleitet (siehe Abbildung). Ab V1 wird die Verarbeitung von Form und Farbe getrennt durchgeführt. In V2 wird die statische Gestalterkennung und die Differenzierung statischer Konturen / Linien verschiedener räumlicher Orientierung sowie von Scheinkonturen verwertet, hier entsteht auch der räumliche Seheindruck, die Tiefenwahrnehmung. Zudem wird ein Teil der Farbwahrnehmung vermittelt. V3 dagegen verarbeitet die Informationen von V1 derart, dass eine Gestalterkennung bewegter Konturen möglich ist. V4 verarbeitet Informationen von V1 und V2 und decodiert das Farbsehen (durch das anatomische Korrelat der Zytochrom-Oxidase-positiven „blobs“), vor allem Oberflächenfarben und Objekterkennung mit Hilfe von Farbkontrasten. V5 / MT (medial temporal) dient vor allem der Entschlüsselung und Verarbeitung von Bewegungswahrnehmung und der Erkennung bewegter Objekte.

Vom primären visuellen Kortex ziehen zudem 2 (nicht klar getrennte) Bahnen ab: zum einen die ventrale inferotemporale Bahn („Was?“-Bahn) zum Scheitellappen, sie dient vor allem der Objekt- und Farberkennung. Die dorsale parietale Bahn („Wo?“-Bahn) zieht zum Schläfenlappen und vermittelt vor allem Bewegungswahrnehmung und Objektlokalisierung.

Bei der physiologisch getrennten Verarbeitung von Farbe, Bewegung und Form an unterschiedlichen Orten handelt es somit um eine parallele Verarbeitung, die Entstehung des Gesamteindruckes ist noch nicht ausreichend geklärt und ist eventuell auf laterale Inhibition und Synchronisierung von Reizantworten zurückzuführen. Es besteht die Hypothese, dass Vorwärtskopplung und laterale Interaktionen die Integration zusammengehöriger visueller Einheiten realisieren. Rückkopplungen dienen danach der kontextabhängigen Bewertung und Stabilisierung lokaler Messungen visueller Merkmale.

Ogleich die Daten hierzu noch nicht gesichert sind, sind gerade diese Überlegungen zum Verständnis visueller Wahrnehmungsstörungen relevant, da einzelne oder mehrere der getrennten Verarbeitungsschritte gestört sein können und sowohl definierte, aber auch komplexe klinische Bilder gestörter Wahrnehmung nur von Bewegung und / oder Mustererkennung / und / oder Raumwahrnehmung etc. resultieren können.

Kompetenztheorie des Sehens

Die Verbindung von neuroanatomischen und neurophysiologischen Grundlagen visueller Wahrnehmung zu den Theorien zur visuellen Verarbeitung und des visuellen Verstehens ist ein Brückenschlag, der weder von Seiten der Naturwissenschaftler noch von Seiten der psychologisch und pädagogisch orientierten Wahrnehmungsforscher häufig gemacht wird. Meiner Ansicht nach jedoch ist gerade das Verständnis beider Aspekte visueller Verarbeitung zum Verständnis kindlicher visueller Wahrnehmungsstörungen essentiell. Nur die anatomischen und neurophysiologischen Grundlagen können die

perzeptuellen Theorien zur Gestaltbildung schlüssig erklären, und nur mit dem Verständnis beider Aspekte können Wahrnehmungsstörungen als das verstanden, diagnostiziert und gefördert werden, was sie sind: schwer zu diagnostizierende Manifestationen mikrostruktureller zerebraler Veränderungen in den Arealen V1 – V5.

Die im Folgenden dargelegten Wahrnehmungstheorien entsprechen den anatomischen Lokalisationen visueller Verarbeitung und sind nach dem vorstehend Gesagten sicher auch für die ärztlichen Berufsgruppen leichter nachvollziehbar, die sonst selten Kontakt zu den Theorien zur visuellen Wahrnehmung haben.

„Sehen“ ist die Ermittlung von Informationen aus Einzelobjekten, die dann bei der visuellen Wahrnehmung zu einem in sich stimmigen Abbild der Umgebung verarbeitet werden. Die so genannte *Kompetenztheorie des Sehens* bzw. der visuellen Verarbeitung beinhaltet die elementaren Wahrnehmungen wie Form, Lage im Raum, Kontrast, Farbe, Tiefe und Bewegung. Als visuell gesteuerte Verhaltensleistungen werden Augenbewegungen und die Körperravigation (visuell initiierte Verhaltensweisen wie greifen, auf Gesehenes zulaufen etc) angesehen.

Wahrnehmung basiert, wie oben dargelegt, auf der parallelen Verarbeitung und der Interaktion lokaler und globaler Prozesse. Insbesondere in der frühen visuellen Wahrnehmung scheinen lokale Prozesse, wie die der Kantendetektion im Vordergrund zu stehen. (Aber: Die Verschaltung lokaler Prozesse kann durchaus zu globaleren, d.h. weniger lokalen, Prozessen führen (vgl. Bewegungsdetektion!). Wahrnehmung basiert aber ebenfalls auf sogenannten top-down-Prozessen: der Verarbeitung von Erfahrenem im aktuellen Wahrnehmungsprozess.

Perzeptuelle Organisation / Gestalttheorie

„Perzeptuelle Organisation“ beschreibt einen Phänomenbereich, der insbesondere die Aufgaben von Gruppierung und Zusammenhang betrifft. Grundlegende Arbeiten zur perzeptuellen Organisation wurden durch die sogenannte *Gestaltpsychologie* geleistet, eine Richtung der Psychologie, die in den zwanziger Jahren des letzten Jahrhunderts in Deutschland großen wissenschaftlichen Einfluss besaß.

Einige Prinzipien der perzeptuellen Organisation, häufig auch als *Gestaltgesetze* bezeichnet, werden im Folgenden genannt. Gemeinsam ist diesen Prinzipien die folgende Grundidee: Wenn gewisse spezifische Beziehungen zwischen Elementen einer Struktur gefunden werden, so ist zwischen zufälligem Vorliegen dieser Beziehungen und systematischem (bzw. kausal bedingtem) Vorliegen zu unterscheiden. Beispiel: Wenn vier Linienstücke sich in einer x-artigen Konstellation treffen, dann ist es vernünftig hier anzunehmen, dass wir es mit zwei glatten Linien zu tun haben.

Symmetrie und Parallelität von Linien / Kurven werden als Indizien für Zusammengehörigkeit (im Sinne von: ...“gehören zu einer Struktur“) aufgefasst. Das *Prinzip der guten Fortsetzung* besagt, dass die Kurventeile (Kantenteile), die einen glatten Übergang im Sinne der Differentialgeometrie ermöglichen, zusammengehören. Das *Prinzip der Geschlossenheit* fasst die Linienelemente zusammen, die eine Region, d.h. ein Objekt höherer Dimension, bilden.

Tabelle zeigt die Aufgaben der perzeptuellen Organisation, wobei für die visuelle Wahrnehmung vor allem die Gruppierung, die Figur-Grund-Erkennung und die visuelle Interpolation von Bedeutung sind.

Tabelle

Aufgaben der perzeptuellen Organisation

- Perzeptuelle Gruppierung
- Regionenanalyse
- Figur-Grund-Organisation
- Visuelle Interpolation

Perzeptuelle Gruppierung

Tabelle stellt die Prinzipien der perzeptuellen Gruppierung dar. Man sieht hier, wie dicht die perzeptuellen Prinzipien an den anatomischen und neurophysiologischen Gegebenheiten orientiert sind: so wie die Areae V1 – V5 parallel Objekterkennung, Konturenwahrnehmung, Tiefenwahrnehmung, Farbe und Bewegungswahrnehmung vermitteln, so basieren die Einzelbereiche perzeptueller Gruppierung auf Vergleichen von Farben, Konturen, auf der Erkennung von Symmetrien und Parallelität.

Tabelle.....

Perzeptuelle Gruppierungsprinzipien

- Keine Gruppierung
- Nähe
- Ähnlichkeit der Farbe
- Ähnlichkeit der Orientierung
- Symmetrie
- Parallelität
- Fortsetzung
- Geschlossenheit

Figur – Grund – Organisation

Bei der Figur – Grund – Organisation handelt es sich um folgendes Wahrnehmungs-Problem: Was ist der Vordergrund? Was ist der Hintergrund? Befindet sich ein weißes Objekt vor einem grauen Hintergrund, oder befindet sich ein graues Objekt im Vordergrund, welches ein Loch hat, durch welches ein weißes Objekt dahinter sichtbar wird? Entsprechend der anatomischen Gliederung sind hier vor allem die visuellen Areale beteiligt, die die Tiefenwahrnehmung und das Erkennen von Konturen und Linien vermitteln. Tabelle verdeutlicht, nach welchen Prinzipien in der Wahrnehmung die Figur – Grund – Organisation abläuft.

Tabelle

Prinzipien der Figur – Grund – Organisation

- Umschließung
- Größe
- Orientierung
- Kontrast
- Symmetrie
- Konvexität

Visuelle Vervollständigung und Interpolation

Visuelle Vervollständigung ist eine Reaktion auf partielle Verdeckung. Wahrnehmung von partiell verdeckten Objekten ist eine Standardsituation: Ein spezifischer Fall der Figur-Grund-Gliederung stellen Phänomene / Vervollständigung bei der Wahrnehmung dar. Unsere Wahrnehmung muss in sehr vielen Fällen (beinahe ist dies der Standardfall) die Interpretation partiell verdeckter Objekte ermöglichen. Z.B. sehen wir sehr häufig nur Teile von Personen, die uns gegenüber sitzen (Verdeckung durch Tische etc.) Die „Vervollständigung“ des Wahrgenommenen findet schon früh statt, d.h. es ist nicht nur ein Prozess der späten, wissensbasierten visuellen Wahrnehmung.

Ein spezieller, besonders wichtiger Fall der visuellen Vervollständigung betrifft die Verdeckung von Kanten. Das Wahrnehmungssystem hat die Frage zu lösen, ob es sich hierbei um die Verdeckung von einem Objekt oder von zwei Objekten handelt. Zur Anwendung kommen hier Varianten des Gestaltprinzips der *guten Fortsetzung*. Bei der Fortsetzbarkeit / Verbindbarkeit von Kanten, Vervollständigung zu einer Kante bzw. einem Objekt wird auf ein Objekt geschlossen, andere räumliche

Beziehungen, wie etwa 90° Überschneidungen oder Parallelität bestärken die Annahme mehrerer Objekte.

Objektidentifikation

Zentrale Aufgabe in der visuellen Wahrnehmung ist die Erkennung von Objekten. Hierbei ist ein Zusammenwirken von bottom-up Prozessen, das sind solche, die von visuellen Reizen ausgehen, und von top-down Prozessen, das sind solche die auf Vorwissen über die Welt basieren. Wenn Unterschiede in der Wahrnehmung (bzw. in den visuellen Eindrücken) vorliegen, dann ergibt sich somit die Frage, welche dieser Unterschiede durch die Wahrnehmung und welche auf Einflüsse unseres Vorwissens zurückzuführen sind.

Gerade sogenannte „Wahrnehmungswillusionen“ sind häufig eng verknüpft mit dem Zusammentreffen von Top-down und bottom-up Prozessen.

Zusammenfassend ist visuelles Verstehen und Wahrnehmung ein aktiver Prozess. Visuelle Wahrnehmung erfolgt nicht nur als photographischer Prozess, sondern unter Einbeziehung des Vorwissens anhand vorgefertigter Schemata. Wahrnehmung ist eine „aktive Interpretation“, die zum großen Teil automatisch erzeugt wird, aber auch bewusst beeinflusst werden kann. Visuelles und akustisches System beginnen nach der Reizaufnahme parallel mit der Weiterverarbeitung dieser Informationen, um daraus nicht Abbilder, sondern Interpretationen der Umwelt zu formen. Dabei werden analoge Gestaltprinzipien eingesetzt, die in der frühesten Kindheit erlernt werden.

Zeitgerechte visuelle Entwicklung des gesunden Kindes in den ersten zwei Lebensjahren, Einfluss der visuellen Wahrnehmung auf die allgemeine Entwicklung

Die Diagnose von Problemen der visuellen Entwicklung erfordert eine gute Kenntnis der normalen visuellen Reifung. Zudem ist aber auch das Wissen um eine normale allgemeine Kindesentwicklung Voraussetzung zur Einschätzung des Entwicklungsstandes eines Kindes. Ein Kind kann in unterschiedlichen Entwicklungsbereichen unterschiedlich weit fortgeschritten oder retardiert sein. Aspekte der kindlichen Entwicklung stellen sich in fünf Bereichen dar.

1. Psychomotorische Entwicklung (inklusive psychische und sensorische Entwicklung).
2. Kognitive Entwicklung. Die kognitive Entwicklung baut auf der psychomotorischen Entwicklung auf. Dies ist ein wesentlicher Aspekt der Wahrnehmungsentwicklung. Das Kind lernt, sich ein Bild von der Umgebung zu machen und entwickelt Verhaltensmuster in Bezug auf Objekte.
3. Abstraktionsvermögen. Das Kind lernt die Unterscheidung zwischen dem Ich und der Umgebung und lernt Objekte als Objekte zu erkennen und ihre Beeinflussbarkeit wahrzunehmen. Um das 2. Lebensjahr dominiert in der abstrakten Entwicklung vor allem die Imitation, am dem 4. Lebensjahr das intuitive Denken, ab dem 7. Lebensjahr wird apparatives und abstraktes Denken entwickelt. Die Umgebung wird als beeinflussbar erkannt.
4. Kommunikation. Die Sprachentwicklung ist der Code für die Repräsentation von Dingen, später auch von Emotionen und abstrakten Angelegenheiten.
5. Emotionale Entwicklung. Sie ist eng mit der kognitiven Entwicklung verbunden und bestimmt die Entwicklung von Verhaltensmustern in Bezug auf Personen (Kognitive Entwicklung: Verhaltensmuster in Bezug auf Objekte). Der Augenkontakt mit den Eltern und anderen Personen ist ein wesentlicher Baustein in der emotionalen Entwicklung.

Jedes Lernen beginnt mit dem sensorischen System, wobei über die Augen etwa 80% aller Sinnesreize transportiert werden. Stimulationen im Gehirn und deren Verarbeitung bedeutet die Ausbildung neuer Synapsen und die Weiterentwicklung des neuralen Netzwerkes – dies ist das anatomische Korrelat zum Lernvorgang. Dieses gibt zunehmend dem Erfahrenen und Empfundenen Bedeutung und wandelt es in gezielte, geordnete Erfahrungen um. Wenn sich die Wahrnehmung in bestimmte, wiedererkennbare Wahrnehmungsmuster einordnet (perzeptuelle Organisation), bildet sich diese als Basis für zukünftiges Denken und zukünftiges Abstraktionsvermögen, Erfahren und Beurteilen der

Konzepte aus. Lernen bedeutet in jedem Fall Erweiterung der Umgebung des Individuums. Dies trifft auf die kognitive, motorische, psychosoziale und emotionale Ebene zu.

Die Augen sind wesentlich zur Erstellung eines Selbstbildes und zur Trennung von Mutter und Ich. Des Weiteren ist der Augenkontakt notwendig, um sich über die Einstellung der Umgebung klar zu werden. Die Bottom-up-Verarbeitung macht klar, wie einschränkend in diese Bereich eine angeborene Sehbehinderung wirken kann (Reizeigenschaften => Wahrnehmung). Hier allerdings ist Förderung einfacher, sodass man den Schaden auf die Top-Down-Verarbeitung (Vorwissen => Wahrnehmung) limitieren kann und das Kind trotz gestörter bottom-up-Verarbeitung in der Lage sein wird, sein Vorwissen zur Interpretation des jetzt Wahrgenommenen zu nutzen.

Eine ausführliche Darstellung der visuellen Reifungsschritte und der davon abhängenden allgemeinen Entwicklungsschritte in den ersten 2 Lebensjahren findet sich in der Übersichtstabelle (Tab.....)

Visuelle Wahrnehmungsstörungen

In den letzten Jahren sind bedeutende Fortschritte bei der Lokalisation kognitiver Funktionen im Gehirn durch die Entwicklung bildgebender Verfahren gemacht worden (Positronen-Emissions-Tomographie PET und funktionelle Magnetresonanztomographie fMRI). Insbesondere durch die Kombination von bildgebenden und elektrophysiologischen Methoden mit behavioralen experimentalphysiologischen Methoden können Aussagen über die an einem kognitiven Vorgang beteiligten Hirnstrukturen und über den zeitlichen Verlauf der zerebralen Aktivierungen gemacht werden. Neurowissenschaftliche Untersuchungsmethoden tragen so zu einem besseren Einblick bei, wie kognitive Funktionen im Gehirn implementiert sind und wie kognitive Defizite durch Veränderungen von Gehirnstrukturen und -prozessen entstehen können.

Zeichen visueller Wahrnehmungsstörungen

Bei Störungen der visuellen Wahrnehmungen werden Läsionen im Bereich der sekundären visuellen kortikalen Areale V2 – V5 / MT vermutet, die spezialisiert auf die Erkennung und Verarbeitung von Formen, Kanten, Bewegungen und Farben sind. Zudem werden Läsionen in den oben genannten „was“ und „wo“ – Bahnen vermutet. Durch diese mikrostrukturellen Läsionen können die analogen Gestaltprinzipien, die normalerweise in der frühesten Kindheit erlernt werden, nicht oder nur zum Teil erlernt werden – es resultieren partielle oder umfassende Störungen der visuellen Wahrnehmung, die betont in einem Bereich perzeptueller Organisation (zum Beispiel der Figur – Grund – Organisation) oder auch global alle Teilbereiche visueller Perzeption umfassend sein können. Ein circulus vitiosus erfolgt, da hierdurch in Folge die top-down-Prozesse gestört werden: da visuelles Verstehen ein aktiver Prozess ist, kommt es bei Fehlern in den grundlegenden Prinzipien der Verarbeitung auch zu Defekten im Aufbau des Vorwissens und der visuellen Erfahrung, die mit zunehmendem Alter immer wesentlicher für das Kind werden.

Neurologisch finden sich zum Teil mäßige Störungen der Feinmotorik, der Balancefähigkeit, der allgemeinen Geschicklichkeit, also insgesamt Zeichen einer leichten „Hirnfunktionsstörung“ (MCD: Minimal Cerebral Dysfunction). Besonders das Schriftbild eines Kindes lasse diese hyperkinetisch bedingten Symptome erkennen, so Skrodzki (1996). Er listet weitere, grundlegende Symptome auf: oft erhebliche Verzögerungen in der psychomotorischen Entwicklung und der sensorischen Integration. Unter sensorischer Integration versteht man die sinnvolle Ordnung, Aufgliederung und Interpretation aller Sinneserregung, um diese nutzen zu können. Die Nutzung besteht in der Wahrnehmung und Interpretation des Körpers in Bezug zur Umwelt. Durch die sensorische Integration wird erreicht, daß alle Abschnitte des zentralen Nervensystems zusammen arbeiten, die erforderlich sind, damit ein Mensch sich sinnvoll mit seiner Umgebung auseinandersetzen kann.

Wichtige Wahrnehmungs- und Verarbeitungsstörungen, die oft mit visuellen Wahrnehmungsstörungen auftreten, sind verminderte Erfassungsspanne, verminderte Kanalkapazität, verminderte Diskriminationsfähigkeit, veränderte Reizschwelle, verlangsamte Umstellungsfähigkeit, intermodale Störung, serielle Störung, mangelhafte Codierung und Optimierung erlernter Abläufe, fehlerhafte Suchstrategien.

Visuelle Wahrnehmungsstörungen sind oft schwieriger zu erfassen als die Folgen einer kindlichen, okulär bedingten Sehbehinderung mit schlechtem Visus. Das Kind wird häufig einen mit orthoptisch-ophthalmoskopischen Diagnostikmethoden unauffälligen Visus haben, zudem sind meist Farbsehen und Gesichtsfeld sowie Binokularsehen ohne pathologischen Befund. Dennoch werden durch Eltern und Betreuer eine Reihe von Problemen geschildert, die sich nicht mit regelrechter visueller Wahrnehmung vereinbaren lassen und das Kind oft erheblich beeinträchtigen.

Typische bei visuellen Wahrnehmungsstörungen geschilderte Probleme:

- „Übersehen“ auch größerer Objekte
- Anstoßen an große Objekte im Raum bei eindeutiger Wahrnehmung kleinerer Objekte im Nahbereich
- Mangelnde Entfernungseinschätzung (Objektgrößenvergleich)
- Fehlende Raumvorstellung trotz nachweisbarem Binokularsehen
- Fehlerhafte Farbidentifizierungen trotz regelrechter Farbensinnteste
- Unsicherheiten bei körperlicher Betätigung, Radfahren etc.
- Fehlendes Vorstellungsvermögen bei Bastel- und Malarbeiten
- Fehlende Muster- bzw. Bilderkennung beim Ausmalen von Bilderbüchern
- Gleichzeitig bestehende Auffälligkeiten in anderen sensorischen Bereichen (Hören), in der Motorik, im Verhalten und ggf. in der Sprache
- Allgemeine Entwicklungsverzögerung, emotionale Störungen (primär oder sekundär)
- In der Schule: sog. Teilleistungsschwächen
- Primäre oder sekundäre neurologische und psychische Störungen
- Anamnestisch oft vorhanden
 - o Perinatale Hypoxie
 - o Zerebrale Schädigungen
 - o Stoffwechselstörungen
 - o Hyperaktivität, Hypoaktivität, allgemeine Hyper- oder Hypotonie

Wenn Störungen der Wahrnehmung und Verarbeitung unter dem interdisziplinären Ansatz der Neuropsychologie betrachtet werden, muss auch das therapeutische Konzept ein interdisziplinäres sein. Es umfasst medizinische, psychologische und pädagogische Anteile und bezieht bewährte Konzepte wie die von Affolter, Ayres, Frostig, Kephart, Kiphart und Montessori, aber auch Psychomotorik und Psychotherapie mit ein.

Eine interdisziplinäre und vernetzte Zusammenarbeit der verschiedenen Fachrichtungen und Personen, die am Entwicklungsprozess des Kindes beteiligt sind, wie Eltern, Kinderärzte, Augenärzte und Orthoptistinnen, Pädagogen, Psychologen und Ergotherapeuten ist erforderlich, um ein wahrnehmungs-verarbeitungs-gestörtes Kind zu fördern und zu behandeln.

In der Regel werden Störungen der visuellen Verarbeitung deutlich später diagnostiziert als okulär bedingte Störungen des Sehens. Dies liegt zum einen daran, dass Säuglinge mit okulären Sehbehinderungen häufig bereits bei Geburt (okulär sichtbare Pathologie – Cataract, Mikrophthalmus, Aniridie.....) oder wenige Wochen später durch den der angeborenen Sehbehinderung annähernd immer immanenten Nystagmus auffällig werden. Die Probleme, die Kinder mit einer angeborenen Sehbehinderung in ihrer allgemeinen Entwicklung aufweisen, lassen sich aus obengenanntem Abschnitt zum Einfluss des Sehens auf die normale Entwicklung ablesen und betreffen vor allem die Grob- und Feinmotorik (späteres Drehen und Krabbeln, späteres Greifen, Pinzettengriff), die emotionale Entwicklung (Mimik erkennen, zurücklächeln), die kognitive Entwicklung (Abstrahieren können) und die soziale Entwicklung durch die höhere Abhängigkeit von den Bezugspersonen.

Störung der höheren visuellen Wahrnehmung, Verarbeitung und Interpretation dagegen werden oft recht spät erkannt, da sie

- im Kleinkindesalter natürlicherweise noch nicht als Leistung des Kindes erwartet werden
- das Kind im Kleinkindalter okulär unauffällig ist, in der Regel normal fixiert und auch die großen Meilensteine seiner sonstigen Entwicklung erfüllt – wenn auch manches vielleicht verzögert und / oder unzureichend (Kulturtechniken, Malen etc)
- zu oft bei unauffälligem morphologischen und orthoptischem Befund nicht daran gedacht wird, dass eine Störung höherer verarbeitender Zentren vorliegen könnte.

Aufgrund der oft späten oder manchmal (oft?) auch fehlenden Diagnosestellung der visuellen Wahrnehmungsstörung haben die Familien, denen die Diskrepanz der Entwicklung ihres Kindes zu anderen immer deutlicher wird und die sich oft angesichts mehrfach erhobener ophthalmologischer „normaler“ Befunde in einer emotional unverständlichen Situation befinden, häufig einen bereits längeren Such- und Alternativmethodenweg hinter sich. Hier vor allem sind zu erwähnen die Therapiever suche von Optikern (oft zusätzlich Heilpraktiker) mit der sog. Vollkorrektionsmethode der „Winkelfehlsichtigkeit“ nach Haase (Anwendung von Prismen mit oft erheblichen patho-orthoptischen Folgen bis hin zur Notwendigkeit einer Schiel-OP) oder den Farbfiltergläsern nach Irlen oder auch chiropraktische atlanto-zervikale Manipulationstherapien.

Geeignete und klare Testmethoden sind daher notwendig, um bei Verdacht auf „unklare visuelle Störung“ gezielt nach Störungen der visuellen Verarbeitung zu suchen – und sie dann entsprechend gezielt fördern zu können.

Diese Fakten, Vorgehensweisen und Testmethoden sollten folgenden Berufsgruppen bekannt sein und zur Verfügung stehen:

- Augenärzte
- Kinderärzte
- Orthoptistinnen
- Allgemeinärzte
- Ergotherapeuten
- Sonderpädagogen (insbesondere im Lernbehindertenbereich, im Mehrfachbehindertenbereich und im Sehbehindertenbereich – cave: jedes organisch oder geistig eingeschränkte Kind kann **zusätzlich** eine visuelle Verarbeitungsstörung aufweisen, die die Förderung der Grundproblematik deutlich erschweren kann und zusätzlichen Förderbedarf braucht!)

Diagnostik- und Therapieoptionen visueller Wahrnehmungsprobleme

Das Prinzip der CI (Constraint Induced) Therapy nach Taub ist folgendes: Wenn eine Aufgabe auf mehrere Arten gelöst werden kann, tendiert der Mensch dazu, sie auf die für ihn leichteste Art zu lösen. CI - Therapie bedeutet, dass man es dem Patienten nicht leicht, sondern auf gezielte Weise schwer macht. Nur so werden die richtigen Gehirnbereiche trainiert.

Was bedeutet dies für die Therapie von Lernstörungen resp. Teilleistungsschwächen, wie z.B. Legasthenie oder Dyskalkulie? Blosser Intensivierung der Übung hilft wenig: es ist notwendig, die Schwächen zu trainieren. Dazu muss man zuerst herausfinden, welche Teilleistungen innerhalb der visuellen resp. auditiven Wahrnehmung unterentwickelt sind.

Den schwachen Teilleistungen können unterentwickelte Gehirnbereiche entsprechen. Aufgaben, welche ein Ausweichen auf andere Teilleistungen ermöglichen, trainieren "den falschen Arm". Ein sogenannter Legastheniker hat vielleicht einen starken und einen schwachen Arm - z.B. hat er keine Mühe die Gesamtform eines Wortes zu erkennen, kann jedoch die einzelnen Buchstaben nicht gut ausmachen(oder umgekehrt).

Stärken und Schwächen herausfinden:

Aus einer Serie von Wahrnehmungsaufgaben (die so konstruiert sind, dass sie besondere Teilleistungen verlangen) muss man die Schwierigsten herausfinden und dann sein Training auf die schwierigen Aufgaben konzentrieren.

Die CD-ROMs ADLERAUGE (visuelle Wahrnehmung) und SUPEREULE (auditive Wahrnehmung) enthalten je 30 Spielaufgaben (in jeweils 2 Schwierigkeitsstufen), welche besonders entwickelt wurden, um die Schwächen und Stärken in einzelnen Teilleistungen der Wahrnehmung zu testen und den "schwachen Arm" zu fördern.

Seit langem verschreiben sich die Testzentrale Göttingen (www.testzentrale.de) sowie der Hogrefe-Verlag für Psychologie (www.hogrefe.de) der Entwicklung und Herausgabe von klinischen, medizinspsychologischen und neuropsychologischen Testverfahren zur Ermittlung des Entwicklungsstandes, der Leistungsfähigkeit, und der Intelligenz nicht nur Erwachsener, sondern auch von Kindern. Zu ihrem Testangebot zur Anwendung bei Kindern zählen zum Beispiel Entwicklungstests (Allgemeine Entwicklung, Motorik, projektive Verfahren, Sprache, Wahrnehmung), Leistungstests (Aufmerksamkeit / Konzentration, Wahrnehmung / Visuomotorik) und Tests hinsichtlich der visuellen Wahrnehmung (Developmental Test of Visual Perception, Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung, Prüfung optischer Differenzierungsleistungen, Prüfung optischer Differenzierungsleistungen bei Vierjährigen, Visuelle Wahrnehmungsförderung).

Allein zur neuropsychologischen Austestung der visuellen Wahrnehmung und Verarbeitung finden sich mehrere Testmethoden, die zum Teil schon seit Jahrzehnten auf dem Markt sind. Hier ist vor allem zu erwähnen der POD: Prüfung optischer Differenzierungsleistungen für 5- bis 7-Jährige (Sauter), der Bender Visual-Motor-Gestalt Test, der auch bei Ophthalmologen standardmäßig genutzte Ishihara's Test für Farbensinnschwäche / Farbenblindheit sowie der Hooper Visual Organization Test (prüft auf die Fähigkeit, Formzusammensetzung zu erkennen, weist auf neurologische Störungen hin).

Des weiteren gibt es Testmethoden, um den Entwicklungsstand von Kindern hinsichtlich visueller Aufgaben zu testen, wobei der alte POD und der hier vorgestellte POD-4 eine Brücke zwischen den beiden Gruppen bilden und Anwendung sowohl in der neuropsychologischen als auch in der entwicklungsbezogenen Testung finden. Die Testmethoden in dieser Gruppe sind beispielsweise der Developmental Test of Visual Perception, Frostigs Entwicklungstest der visuellen Wahrnehmung sowie der „alte“ POD (Prüfung optischer Differenzierungsleistungen bei 5- bis 7-jährigen) und der hier zum besprechende neue POD-4 (Prüfung optischer Differenzierungsleistungen bei Vierjährigen).

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über eine Auswahl verschiedener Testmethoden visueller Verarbeitung, deren Testprinzip, Zielgruppen, diagnostische Aussagekraft sowie die Testdauer und den Preis (Angaben laut Hogrefe-Verlag, alle Tests über Hogrefe-Verlag zu beziehen). Der dem POD-4 zugrunde liegende POD wird als ältester Test zuerst genannt.

Vor den Testmethoden, die mit farbigen Objekten arbeiten, sollte ein kindgerechter Farbensinntest durchgeführt werden, um eventuelle Farbensinnstörungen (Prävalenz der x-chromosomal-rezessiven Rot-Grün-Schwäche immerhin 1,8% aller Jungen!) aufzudecken, welche die Testergebnisse signifikant beeinflussen und falsch positive Resultate produzieren könnte. Hierzu eignen sich zum Beispiel die Ishihara Farbtafeln, die Lea-Farbennsteste oder die Kinderbild-Farbtafeln von Matsubara.

Teste zur Evaluierung visueller Wahrnehmung und Verarbeitung

Übersicht siehe Tabelle 1

Zur Evaluierung visueller Wahrnehmung und Verarbeitung gibt es beim Hogrefe-Verlag und der Testzentrale Göttingen eine Vielzahl von unterschiedlichen Testen - siehe Übersicht in Tabelle 1. Sie unterscheiden sich in folgenden Kriterien besonders deutlich:

- Sprache des Testes und des Begleitheftes
- Zugrundeliegendes Verfahren / Testtheorie
- Probandenalter (variabel von begrenzt auf 4. Lebensjahr bis „für Kinder, Jugendliche, Erwachsene und alte Personen“ (VOT: Hooper Visual Organization Test)
- Testdauer
- Aussagekraft für das individuell getestete Kind
- Möglichkeit des Vergleiches mit Normwerttabellen, statistische Angaben
- Preis

Nur der POD und der POD-4 weisen gleichartige Grundstrukturen auf, sind auf deutsch und bieten zugleich noch genaue Angaben zur inneren Reliabilität und Validität sowie zur prognostischen Wertigkeit hinsichtlich späterer Schulleistungen, Lese- und Rechtschreibleistungen, Konzentrationsfähigkeit, visueller Aufmerksamkeit und Verarbeitung. Diese beiden Testverfahren werden zudem mit Normwerten großer Versuchspersonengruppen geliefert. Der einzige weitere deutschsprachige Test zur visuellen Wahrnehmung, die der Hogrefe-Verlag anbietet, ist der FEW: Frostigs Entwicklungstest visueller Wahrnehmung. Auch er liefert Normwerte, nach Angaben des Verlages liegen jedoch keine Angaben zur Konsistenz, Reliabilität und zur prognostischen Wertigkeit vor. Zudem sind der POD und der POD-4 auf eng begrenzte Altersgruppen beschränkt (POD: 5 – 7 Jahre; POD-4: 4 Jahre), was die Genauigkeit der PODs höher erscheinen lässt als der FEW, der nach Angaben des Verlages für Kinder von 4 bis 9 Jahren ausgelegt ist. Die drei anderen Teste zur visuellen Wahrnehmung sind in englischer Sprache.

- Die differenzierte Fehleranalyse gibt die Möglichkeit, gezielt die visuelle Wahrnehmung und Verarbeitung des Kindes differenziert in folgenden Bereichen zu erfassen:
 - o Pathologische oder normale visuelle Verarbeitung von:
 - o Kleindetails
 - o Größeren Details
 - o Erkennen der Lage des Objektes im Raum
 - o Reihenfolge von Objekten verschiedener Art innerhalb einer Reihung
 - o Erkennen eines Spiegelbildes – waagrecht
 - o Erkennen eines Spiegelbildes – senkrecht
 - o Kombination von Lage-Erfassung und Reihenfolge
 - o Kombination von Lage-Erfassung und Detailerfassung
 - o Kombination von Reihenfolgeerfassung und Kleindetailerfassung
 - o Kombination von Spiegelbilderfassung und Lageerfassung
 - o Kombination von Spiegelbilderfassung und Detailerfassung
-

Therapie-Ansätze visueller Wahrnehmungsstörungen

Aus:

Lesen und Schreiben

Erscheint in: Borchert, J. (Hrsg.) (1999). Handbuch der Sonderpädagogischen Psychologie. Göttingen: Hogrefe

Prof. Dr. Jürgen Walter

Institut für Heilpädagogik

Erziehungswissenschaftliche Fakultät der

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Olshausenstraße 75

24118 Kiel

Grundsätzlich wird dabei mehr oder weniger von dem Grundmodell ausgegangen, daß eine verspätete und/oder von der Norm abweichende Hemisphärenspezialisierung zu mangelhaften cerebralen Interaktionsprozessen führt, die sich dann sozusagen als "Phänotyp" in mehr oder minder stark ausgeprägten Teilleistungsschwächen zeigen. Letztlich aufgrund mangelhafter cerebraler Interaktionsprozesse kommen nach Schenk-Danzinger (1991) legasthenietyrische Fehler beim Lesen und Schreiben zustande.

Als Forscher, der sich sehr um die Verifizierung der Hypothese verdient gemacht hat, daß nämlich dyslexische Kinder weniger visuelle Probleme besitzen, sondern eher an Problemen der *visuo-akustischen Zuordnung* leiden, gilt Vellutino (vgl. Vellutino 1981; 1987; Vellutino, Smith, Steger & Kamen, 1975).

Werden jedoch visuelle Reize (Licht, Buchstaben, Wörter) dynamisch im Millisekundenbereich (ca. 30-150 ms) angeboten, und die Versuchspersonen haben die Aufgabe, beide zu identifizieren und sie in eine zeitliche Reihenfolge zu bringen (Welcher Reiz tauchte wo zuerst auf?), dann unterscheiden sich Legastheniker und Nicht-Legastheniker sehr deutlich (vgl. Tallal, 1980; Williams & Lecluyse, 1990). Diese Vorstellung basiert auf neurophysiologischen Befunden, nach denen visuelle Wahrnehmung auf dem Zusammenspiel eines phasischen und eines tonischen Kanals beruht (vgl. Breitmeyer, 1992), Kanäle der visuellen Wahrnehmung, die physiologisch unterschiedlichen neuronalen Bahnen entsprechen. Während der phasische Kanal sensibel ist für schnelle zeitliche Veränderungen, Wahrnehmung schneller Bewegungen, hohe Ortsfrequenzen und hohe zeitliche Auflösung sowie die Kontrolle der Augenbewegungen, reagiert der tonische Kanal besonders auf die stationäre Mustererkennung, Feinheiten des visuellen Musters und Detailinformationen. Legasthene Kinder haben nach den Befunden von Brannan und Williams (1988) und Williams und Lecluyse (1990) Probleme mit dem phasischen Kanal, nicht mit dem tonischen. Die Probleme bestehen in der zu langsamen, trägen neuronalen Erregung

des phasischen Kanals, was zu einer Überlappung mehrerer hintereinander ablaufender Fixationen beim Lesen führt und damit zu Wahrnehmungsstörungen. Diese Symptome sollen bei 60-70% der legasthenen Kinder vorkommen. Nun berichten Williams und Lecluyse (1990) und Breitmeyer (1992) von neurophysiologischen Befunden, nach denen vor allem kurzweilige blaue Hintergründe die Aktivität und zeitliche Schnelligkeit der Reaktion des phasischen Kanals erheblich verbessern.

Aus:

<http://chh.erlm.siemens.de/de/Rigling.htm>

© Siemens AG 2001
Computer helfen heilen
Last Update 14.02.2001

Die Trainingsprogramme von Petra Rigling Reha-Service werden für gezielte neuropsychologische Therapiemaßnahmen nach neurologisch bedingten Hirnleistungsschwächen entwickelt. Das Angebot umfasst Programme zur Behandlung von Konzentrations-, Gedächtnis-, Reaktions-, Wahrnehmungs- und Gesichtsfeldstörungen und Sprachverständnisstörungen, wie sie häufig nach Schlaganfällen, Schädelhirnverletzungen oder anderen Läsionen auftreten können.

Neben der klinischen Anwendung können ausgewählte Programme auch zur Behandlung von kognitiven Störungen psychiatrischer Patienten, speziell zum Einsatz in der Geriatrie und zur Behandlung von Lernstörungen im Kindes- und Jugendalter eingesetzt werden.

Argus

Blickbewegungs- und Lesetraining zur Behandlung von Gesichtsfeldausfällen, Neglect u.a.. Dargebotene Worte werden auf ihren Sinngehalt überprüft. Blickbewegungsrichtung und Distanzen können individuell vorgewählt werden. Das Programm ist mit einem Editor ausgestattet.

Bild

Training der Wahrnehmungsleistung, der Wahrnehmungsgenauigkeit und des Wahrnehmungstempos. Nach dem Muster von "Original und Fälschung" sind zwei nebeneinanderstehende Bilder darauf zu prüfen, ob beide Bilder eine Unterscheidung besitzen. Die Differenz kann in Farbe, Form oder Position eines Elements bestehen.

Flip

In diesem Trainingsprogramm werden Gedächtnisaufgaben als Paar-Assoziationsaufgaben gestellt. Bilder, Positionsfelder oder Worte müssen in Verbindung mit fortlaufenden Zahlen so erlernt werden, dass bei der Abfrage die Items in der erlernten Reihenfolge gezeigt werden können.

Garten

Spannende Konzentrationsaufgabe mit speziellen Anforderungen an die visuo-motorische Koordinationsleistung und die einfache Bewegungswahrnehmung; Training von Strategie-

und Planungsverhalten. Bei dieser spielerisch aufgebauten Übung geht es darum, mit einem "Tier" (Ameise, Raupe oder Boa) die Futternäpfe in einem Garten zu leeren, ohne das Tier unterwegs durch die Berührung mit "Giftpflanzen" oder dem "Zaun" zu verlieren. Die Aufgaben lassen sich als Steuerungsübungen, als Konzentrationsübungen oder als Labyrinthaufgaben bearbeiten.

Mosaik

Das Programm bietet eine Reihe von Wahrnehmungsaufgaben, gekoppelt mit der Erfassung der Reaktionszeiten und verschiedene Gedächtnisaufgaben, bei denen Recognitionsleistungen mit und ohne Positionsabfragen gefordert werden. Dargeboten werden zumeist schwer verbalisierbare abstrakte Muster.

Verbos

Training verschiedenartiger sprachabhängiger Reaktionen. Orthographische, grammatikalische, semantische und kognitive Aufgabenstellungen können ausgewählt oder per Editor neu entworfen werden.

Partino

Training visueller Kurzzeitgedächtnisaufgaben mit bzw. ohne serielle Anforderungen. In drei verschiedenen Aufgabenstellungen gilt es, einmalig dargestellte Spielsteine in der präsentierten Verteilung auf einem Spielfeld richtig zu reproduzieren. Der Einsatz eines optischen Ablenkens kann die Aufgabenstellung zusätzlich erschweren.

Hopper

In diesem Trainingsprogramm werden verschiedene Reaktions- und Aufmerksamkeitsleistungen durch unterschiedliche Aufgabenstellungen gefordert. Neben einer motorischen Tapping-Aufgabe können im wesentlichen verschiedene Reaktions- und Aufmerksamkeitsleistungen nach dem Muster von "go und no-go" oder eine Einfachreaktion angewählt werden.

Jeton

Gemäß dem Stroop-Effekt werden Farbe-/Wort- oder wahlweise Zahl-/Anzahl-Reaktionen in jeweils vier verschiedenen Aufgabenstellungen vorgegeben. Farberkennung, Lesegeschwindigkeit sowie Mengenerfassung und Zahlen- Lesegeschwindigkeit werden ebenso gefordert, wie eine rasche motorische Antwortsteuerung.

Trace

Räumliche Orientierung, Textverständnis, Lern- und Gedächtnisaufgabe. In einem Wegesystem gibt es einen Startpunkt und einen oder mehrere Zielpunkte. Der "richtige" Weg wird entweder visuell dargeboten, indem ein Lichtpunkt die Strecke abfährt oder eine Texteinblendung beschreibt den Weg.

Reaktion

In acht optisch verschiedenen Reaktionsaufgaben wird die Reaktionsleistung in Millisekunden gemessen und am Ende der Aufgabe statistisch berechnet.

Klick

Klick ist ein leistungsstarkes Wahrnehmungstraining: Teile sehen, das Ganze erraten. Prozesse der Mustererkennung und der Mustervervollständigung werden mit Klick vorrangig trainiert. Mit jedem "Klick" wird ein Teil eines Bildes aufgedeckt, bis zuletzt das gesamte Bild sichtbar ist. Das Ziel der Aufgabe ist, möglichst früh, aufgrund möglichst weniger Informationen, den Inhalt des Bildes zu erraten. Da das eigentliche Bild in der Darbietungsphase zerlegt und nur in Teilen bzw. "unscharf" dargeboten wird, müssen einzelne sichtbare Merkmale eines Objekts kognitiv in einem Prozess der Mustervervollständigung so verarbeitet werden, dass eine möglichst rasche Identifikation des Objekts erfolgt.

Text&Co.

Therapieprogramm für Patienten mit Gedächtnis- und Sprachstörungen: Training von Textverarbeitung, Textverständnis, Training von verschiedenen Gedächtnisleistungen im Umgang mit Worten, Sätzen, Kurzgeschichten. Das Programm enthält Übungen zur Informationsaufnahme, -verarbeitung und -wiedergabe auf Textebene. Die Übungen gliedern sich in 14 verschiedene Aufgabenarten zur Verbesserung sprachlicher und/ oder mnestischer Fähigkeiten.

Variograph

Leistungsstarkes Programm zum Training verschiedener visueller Wahrnehmungsstörungen, u.a. Mental-Rotation und Gedächtnistraining. Trainiert werden besonders konstruktive Leistungen. Ein vorgegebenes Musterbild soll in einen freien "Bilderrahmen" hinein nachgebildet werden. Zur Auswahl stehen dabei 24 "Bausteine", die beliebig häufig gesetzt werden können. Die Bilder können wahlweise für Wahrnehmungs- oder Gedächtnisaufgaben genutzt werden.

ZLT/FLT

Messmethode der Lesegeschwindigkeit und Training der Leseleistung nach Gesichtsausfällen zur Verbesserung der kompensatorischen Leseleistung. Zwei Zeichen oder Farben sind darauf zu prüfen, ob sie gleich oder ungleich sind. Wahlweise können die Positionen der Darstellung zentral zur Reaktionsmessung aufgerufen werden oder in der Peripherie zur Gesichtsfeld-Lese-Messung verwandt werden.

Memo-Chef

Trainiert werden die akustische und visuelle Merkspanne und das Arbeitsgedächtnis in vier Aufgabenarten. Die Aufgaben arbeiten adaptiv, der Schwierigkeitsgrad passt sich selbständig an die erbrachte Leistung an. Entsprechend wächst z.B. die Länge der Zahlenreihe von einer dreistelligen Rufnummer an, oder die Anforderung wird gesenkt, angepasst an das Leistungsvermögen. In zwei weiteren Aufgabenbereichen werden Worte oder Bilder dargeboten. Zwischen Darbietung und Abfrage werden 1 – 3 Ablenker eingestreut; hier wird das Arbeitsgedächtnis trainiert. Die Aufgaben werden mit kleinen Geschichten eingeleitet, die die Detektivarbeit für das Gedächtnis vorgeben. Aufgabenvielfalt und Zufallsgeneratoren liefern ein fast unerschöpfliches Repertoire an Übungsmöglichkeiten.

Der Programmaufbau ist übersichtlich und klar gestaltet, besonders bedienerfreundlich und für das Training zu Hause geeignet. Als Familienprogramm konzipiert, werden 4 Benutzer und ihre Daten gespeichert.