

Anna Myriam Lippenberger

Ich seh' doch so, wie du nicht siehst!

Evaluation zweier standardisierter, spezifischer und softwarebasierter Interventionsverfahren für die Verbesserung des visuellen Überblicks und der visuellen Wort- und Textverarbeitung für Kinder mit zerebralen Sehstörungen im Sinne eines CVI

Dissertationen der LMU München

Band 79

# Ich seh' doch so, wie du nicht siehst!

Evaluation zweier standardisierter, spezifischer und software-basierter Interventionsverfahren für die Verbesserung des visuellen Überblicks und der visuellen Wort- und Textverarbeitung für Kinder mit zerebralen Sehstörungen im Sinne eines CVI

von  
Anna Myriam Lippenberger



Universitätsbibliothek  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Mit **Open Publishing LMU** unterstützt die Universitätsbibliothek der Ludwig-Maximilians-Universität München alle Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der LMU dabei, ihre Forschungsergebnisse parallel gedruckt und digital zu veröffentlichen.

Text © Anna Myriam Lippenberger 2024

Diese Arbeit ist veröffentlicht unter Creative Commons Licence BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Abbildungen unterliegen ggf. eigenen Lizenzen, die jeweils angegeben und gesondert zu berücksichtigen sind.

Erstveröffentlichung 2024

Zugleich Dissertation der LMU München 2022

Druck und Vertrieb:

Buchschmiede von Dataform Media GmbH, Wien

[www.buchschmiede.at](http://www.buchschmiede.at)



Open-Access-Version dieser Publikation verfügbar unter:

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bvb:19-343502>

<https://doi.org/10.5282/edoc.34350>

ISBN 978-3-99139-767-0

# Inhalt

Zusammenfassung.....	1
Verwendete Abkürzungen.....	3
Danksagung.....	5
Einleitung .....	7
Zerebrale Sehstörungen bei Kindern .....	8
Definition des Konstrukts CVI.....	8
Prävalenz.....	10
Ätiologie.....	10
Neurologische Korrelate in der Bildgebung .....	11
Ganzheitliche Wahrnehmung als betroffene visuelle Teilleistung(en) .....	13
Visueller Überblick und visuelle Suche.....	13
Parallele und serielle visuelle Suche.....	14
Visuelle Wort- und Textverarbeitung .....	15
Zusammenhang zwischen CVI und anderen psychischen Funktionen.....	16
Zusammenhang zwischen CVI und Aufmerksamkeit.....	16
Zusammenhang zwischen CVI und exekutiven Funktionen.....	18
Störungseinsicht bei CVI .....	19
Förderungsansätze bei zerebralen Sehstörungen .....	20
Bei Erwachsenen .....	20
Bei Kindern.....	21
Förderansätze im Bereich visueller Überblick.....	22
Förderansätze im Bereich Lesen .....	22
Vorliegende Studie .....	24
Methode .....	25
Studiendesign .....	25
Stichprobe.....	29
Stichprobenplanung.....	29
Rekrutierung und Pseudo-Randomisierung der Stichprobe .....	31
Ausschlusskriterien.....	32
Einschlusskriterien.....	32
Beschreibung der Stichprobe.....	33
Erhobene Maße.....	39
Visuelle Maße.....	39

Visueller Überblick und visuelle Suche .....	39
Durchstreichtest zur visuellen Exploration .....	39
Durchstreichtest zur visuellen Suche .....	40
VisSearch-Test am Computer.....	40
Visuelle Wort-, Text- und Zahlenverarbeitung .....	42
Wort- und Zahlentafeln zur visuellen Text- und Zahlenverarbeitung .....	42
Lerndiagnostik-Lesen (LDL) .....	43
Weitere visuelle Fähigkeiten .....	43
Test zur Formunterscheidung.....	43
Aufmerksamkeit .....	44
Visuelle Aufmerksamkeit – Selektive visuelle Aufmerksamkeit und Konzentrationsfähigkeit mit dem FokAT-KJ .....	44
<b>Auditive Maße</b> .....	<b>45</b>
Aufmerksamkeit .....	45
Auditive Aufmerksamkeit .....	45
Auditive Daueraufmerksamkeit mit dem Untertest Score! aus dem Test of Everyday Attention for Children in der deutschen Adaptation .....	45
<i>Geteilte Aufmerksamkeit und auditive Daueraufmerksamkeit in der auditiven Modalität         mit dem Untertest Score! Parallelaufgabe aus dem Test of Everyday Attention         for Children in der deutschen Adaptation</i> .....	45
<i>Selektive auditive Aufmerksamkeit aus der Testbatterie BVN/NPS 5–11</i> .....	45
<b>Weitere Maße</b> .....	<b>45</b>
Einverständnis zur Studienteilnahme .....	45
Erhebung demographischer und gesundheitlicher Daten .....	46
Depressionsscreening .....	46
Interview zum subjektiven Seherleben (InSerl).....	46
Fragebogen zu Stärken und Schwächen (SDQ-Deu; Eltern 4–17) .....	47
Teilstandardisiertes Interview zur qualitativen Erfassung der Störungseinsicht sowie zur Erfragung von Ressourcen und Einschränkungen im Alltag .....	47
Fragebogen zur Therapiezufriedenheit – Kind .....	47
Fragebogen zur Therapiezufriedenheit – Sorgeberechtigte im Homesetting .....	48
Fragebogen zum Trainingserfolg Sorgeberechtigte .....	48
Trainingsprotokoll .....	48
Trainingsexport .....	48
Zeitlicher Aufwand.....	49
<b>Förderung</b> .....	<b>49</b>
Setting.....	50
Visuelles Überblickstraining.....	50
Lesetraining .....	52
Psychoedukation, Sicherstellung der Compliance und Beratung.....	53
Aufklärung, Datenschutz und Entscheidung der Ethikkommission .....	54

Hypothesen .....	54
Wirksamkeit der Verfahren.....	54
Hypothese 1.....	54
Hypothese 2.....	54
Hypothese 3.....	54
Hypothese 4.....	55
Spezifität der Verfahren.....	55
Hypothese 5.....	55
Hypothese 6.....	55
Hypothese 7.....	56
Home- und Laborsettings.....	56
Hypothese 8.....	56
Aufmerksamkeit.....	57
Hypothese 9.....	57
Generalisierung.....	57
Hypothese 10.....	57
Datenanalyse.....	57
<b>Ergebnisse.....</b>	<b>58</b>
Visuelles Überblickstraining.....	58
Teilstichprobe Visuelles Überblickstraining .....	58
Wirksamkeit .....	59
Subjektive Einschätzung.....	59
Subjektive Einschätzung der Eltern .....	59
Subjektive Einschätzung der Kinder .....	61
Leistungen in Testverfahren zum visuellen Überblick und zur visuellen Suche .....	61
Visuelle Exploration .....	70
Visuelle Suche.....	71
Durchstreichtest visuelle Suche.....	71
Vis-Search-Test am Computer.....	72
Spezifität .....	73
Home- und Laborsetting.....	73
Aufmerksamkeit.....	75
Generalisierung.....	75
Lesetraining .....	75
Teilstichprobe Lesetraining.....	75
Wirksamkeit .....	76
Subjektive Einschätzung.....	76
Subjektive Einschätzung der Eltern .....	76
Subjektive Einschätzung der Kinder .....	76

Leistungen in Testverfahren zur visuellen Zahlen-, Wort- und Textverarbeitung.....	77
Visuelle Zahlenverarbeitung .....	88
Visuelle Wortverarbeitung.....	89
Visuelle Textverarbeitung.....	91
Spezifität .....	93
Home- und Laborsetting.....	93
Aufmerksamkeit .....	94
Generalisierung.....	94
 Diskussion .....	 96
Diskussion der Ergebnisse .....	96
Wirksamkeit der Verfahren.....	96
Spezifität .....	99
Home- und Laborsetting.....	99
Aufmerksamkeit .....	100
Generalisierung .....	100
Einschränkungen .....	101
Der AHA-Effekt und die subjektive Wahrnehmung der Wirksamkeit der Förderung.....	103
Scham, Ängste und Vermeidungstendenzen überwinden.....	104
Fazit und Ausblick für weitere Forschung .....	104
 Literaturverzeichnis.....	 107
 Abbildungsverzeichnis .....	 119
 Tabellenverzeichnis.....	 121
 Appendix .....	 123
Elterninformationen und Einverständniserklärung .....	123
Elternbrief – InSerl und SDQ.....	147
Nutzungsvereinbarung Trainingsmaterialien Homesetting .....	152
Elternbrief – Follow Up.....	157
Elternbrief – Information Nachsorge.....	164
Brief für Erzieher*innen und Lehrer*innen – Information Nachsorge .....	171
Home-Trainings-Mappe – Visuelles Überblickstraining.....	178
Home-Trainings-Mappe – Lesetraining.....	192
Teilstandardisiertes Interview zur qualitativen Erfassung der Störungseinsicht sowie zur Erfragung von Ressourcen und Einschränkungen im Alltag .....	206
Fragebogen Therapiezufriedenheit .....	208



# Zusammenfassung

Visuelle Wahrnehmungsstörungen bei Kindern im Sinne eines CVI (cerebral visual impairment) führen zu erheblichen Einschränkungen im schulischen und alltäglichen Verhalten. Häufig gestörte Teilleistungen sind die visuelle Exploration sowie die visuelle Suche und die visuelle Wort- und Textverarbeitung. Diese Störungen sind mit dem Einsatz ineffektiver Blickbewegungsmustern assoziiert, die zu Ungenauigkeit und Langsamkeit in den angegebenen Tätigkeiten führen. Diese Studie leistet einen Beitrag zur Förderung des Einsatzes von Kompensationsstrategien bei den angegebenen Störungen. An einer Stichprobe von 61 Kindern und Jugendlichen im Alter von sechs bis 17 Jahren ( $M = 10,2$ ;  $SD = 2,49$ ) wurde die Wirksamkeit und Spezifität zweier standardisierter, spezifischer und software-basierter Trainingsprogramme für die Teilleistungen visueller Überblick und visuelle Wort- und Textverarbeitung evaluiert. Die Trainingsprogramme führen auf Basis des prozeduralen Lernens zu signifikanten Verbesserungen in der Genauigkeit und Geschwindigkeit des visuellen Suchverhaltens sowie zu signifikanten Verbesserungen der Genauigkeit und Geschwindigkeit der visuellen Wort- und Textverarbeitung. Diese Verbesserungen sind auch im Alltag subjektiv für die Kinder und Jugendlichen sowie die Eltern beobachtbar und liefern demnach ein Mittel zur leichteren Bewältigung der Teilnahme am (Schul-)Alltag sowie zur psychischen Gesundheit von Kindern mit CVI.

*Schlüsselwörter:* CVI, visuelle Wahrnehmung, prozedurales Lernen, Wirksamkeit, visuelle Exploration, visueller Überblick, visuelle Suche, visuelle Wort- und Textverarbeitung, Lesen, Entwicklungsneuropsychologie, Intervention, Förderung

## Verwendete Abkürzungen

AD(H)S	Aufmerksamkeitsdefizits- (und Hyperaktivitäts) Störung
ChilD-S	Children's Depression Screener
CVI	Cerebral Visual Impairment
DesTeen	Depressionsscreening für Teenager
DTGA	Depressionstest für Kinder im Grundschulalter
Eff-Score	Effektivitätsscore
EG	Experimentalgruppe
EG-1-B	Experimentalgruppe Eins des Designs B
EG-2-B	Experimentalgruppe Zwei des Designs B
EG-A	Experimentalgruppe des Designs A
EG-C	Experimentalgruppe des Designs C
FokAT-KJ	Fokussierter Aufmerksamkeits Test für Kinder und Jugendliche
FU	Follow-up-Untersuchung
InSerl	Interview zum subjektiven Seherleben
KG	Kontrollgruppe
KG-A	Kontrollgruppe des Designs A
KG-B	Kontrollgruppe des Designs B
KG-C	Kontrollgruppe des Designs C
LDL	Test Lernfortschrittsdiagnostik Lesen
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München
M	Median
MB-CVI	Multidisziplinäre Beratungsstelle für visuelle Wahrnehmung Bayern
N	Stichprobengröße
NA_EG	Stichprobengröße der Experimentalgruppe des Designs A
NA_ges	Stichprobengröße des Designs A
NA_KG	Stichprobengröße der Kontrollgruppe des Designs A
NAB_EG	Stichprobengröße der Experimentalgruppen der Designs A und B
NAB_ges	Stichprobengröße der Designs A und B
NAB_KG	Stichprobengröße der Kontrollgruppen der Designs A und B
NABC_EG	Stichprobengröße der Experimentalgruppen der Designs A, B und C
NABC_ges	Stichprobengröße der Gesamtstichprobe der Designs A, B und C
NABC_KG	Stichprobengröße der Kontrollgruppen der Designs A, B und C
Nach	Nachuntersuchung
NB_EG1	Stichprobengröße der Experimentalgruppe 1 des Designs B
NB_EG2	Stichprobengröße der Experimentalgruppe 2 des Designs B
NB_ges	Stichprobengröße des Designs B
NB_KG	Stichprobengröße der Kontrollgruppe des Designs B
Nges	Gesamte Stichprobengröße

NLesen_ges	Stichprobengröße der Teilstichprobe Lesetraining
NVisÜberblick_ges	Stichprobengröße der Teilstichprobe Visuelles Überblickstraining
SBZ	Sehbehinderten- und Blindenzentrum Südbayern
SD	Standardabweichung
SDQ	Fragebogen zu Stärken und Schwächen
Tea-Ch	Test of Everyday Attention for Children
Vor 1	Voruntersuchung 1
Vor 2	Voruntersuchung 2
WpM	Richtig gelesene Wörter pro Minute



# Danksagung

Die Zeit, in der ich an meiner Dissertation gearbeitet habe, war eine lange und ereignisreiche, intensive, turbulente und gesegnete Zeit.

Meine Ziele, mich in einem Themengebiet der klinischen Neuropsychologie zu spezialisieren, Zeit zu haben, Kindern wirklich zuzuhören und von meinem Doktorvater zu lernen, wie man auf wissenschaftlich höchstem Niveau denkt und handelt und trotzdem die Praxis, das wahre Leben der kleinen Klienten und Patienten an erste Stelle stellt; wie man gezielt fragt, um überraschende Antworten zu erhalten und nicht zuletzt, wie man sein im Studium erworbenes Wissen plötzlich kinderleicht für den Arbeitsalltag zugänglich machen kann, habe ich angefangen zu erreichen.

Und ich möchte mich bei allen bedanken, die diese Zeit möglich gemacht haben und mich in allen Höhen und Tiefen, Zeiten der gefühlten Stagnation sowie Denk- und Schreibmarathons unterstützt haben. Die da waren, in Präsenz oder im Geiste, im Handeln und im Gebet.

Danke an meine Familie, meine Mama, meinen Papa, meine Schwester, die nie in Frage gestellt haben, dass ich diesen Text irgendwann als gebundene Version abgeben werde, die all meine Frustration genauso wie die anonymisierten Anekdoten aus der Zeit der Datenerhebung zu leben und zu schätzen wussten, die mit mir gebangt und gefachsimpelt haben.

Danke Eduardo, dass Du eingesprungen bist, als meine Doktorarbeit nach aller Vorbereitungszeit zu kentern drohte und innerhalb kürzester Zeit ein Programm ganz nach meinen völlig informatik-fachfernen Vorstellungen und Phantasien hervorzubringen konntest und Dir dafür Zeit genommen hat. Das hat mir viel bedeutet.

Danke auch an meine Oma und meinen Opa, für die die Psychologie immer noch nicht die Medizin ist, die ich eigentlich studieren sollte, aber die mich mit ihrem unendlichen Vertrauen und ihrer Liebe dorthin getragen haben, wo ich heute stehe.

Danke an die Patres des ehemaligen Klosters Reisach, an die Zeit, das Gebet und einen Ort zum Sein, zum Schreiben, zum Überlegen, zum Sammeln und zum Finden.

Danke an so viele Freunde um mich herum, die sich alle schon auf die Doktor-Party des Jahres und ein unglaubliches Wellness-Wochenende freuen. An Johanna für ihre Unterstützung in Überlegungen und an Lisa für Rat in R.

Vielen Dank an Professor Markus Bühner und dem ganzen Lehrstuhl der psychologischen Methodenlehre und Diagnostik, die seit meiner Bachelorarbeit meine *Base* an der LMU geworden sind; bei denen ich jedes Mal sichergehen konnte, dass ich nach inspirierenden und vor Motivation für die Forschung sprühenden Gesprächen meine Flamme der Begeisterung für diese Arbeit immer wieder entfachen konnte und an dem ich mit Cora eine wunderbare Seele kennenlernen durfte, die im Gewirr der Uni-Bürokratie immer für mich da war und mir an so vielen Punkten der Verzweiflung weitergeholfen hat.

Danke an das Sehbehinderten- und Blindenzentrum in Unterschleißheim, an dem ich gelernt habe, wie viel es bedeutet, jeden Tag mit einem Lächeln und einem großen Hallo an die Arbeit zu gehen, dass Fortschritt aus kleinen, kontinuierlichen Schritten genährt wird und man der Brandung manchmal als Fels am besten standhält. Danke für die Unterstützung der Direktion, Frau Hildegard Mayr, der Schulleitungen, der Lehrer\*innen, an die Orthoptistin Monika Fuchs, meinen Kolleg\*innen aus dem Beratungshaus und allen drumherum, die einen schönen Arbeitsort geschaffen haben und das Ziel der Forschungsarbeit stets unterstützt haben.

Danke an Dr. Lydia Unterberger; danke für Dein Wissen, dass Du mit mir geteilt hast, für Deinen Ansporn, Dein Beistehen bei einigen Meilensteinen des Doktorandendaseins und für Dein Vertrauen bei jedem Kind, dass du an mich weiterempfohlen hast.

Danke an das Cusanuswerk, ohne das diese Arbeit in so vielerlei Hinsicht nicht denkbar gewesen wäre. Danke an die finanzielle, jedoch vor allem die ideelle Unterstützung seit den Anfangszeiten meines Studiums. Danke an alle bereichernden Ferienakademien und -tagungen, an alle Gespräche und Diskussionen mit Cusaner\*innen, an die Möglichkeit, immer wieder über den Tellerrand zu blicken und zu erlernen, die Welt aus immer wieder anderen Blickwinkeln zu sehen.

Herr Professor Josef Zihl, danke für das große Vertrauen, dass Sie mir entgegengebracht haben, als Sie zusagten, mein Doktorvater zu sein. Danke für diese Chance, noch ein paar Jahre mehr, mein Wissen und meinen Geist von Ihrer Expertise zu nähren. Bei jedem Gespräch überraschen und faszinieren Sie mich immer wieder mit Gedankengängen, die das Wesentliche auf den Punkt bringen und doch jede Kleinigkeit nicht außer Acht lassen. Danke für Ihre Begeisterung für den Alltag jedes einzelnen Kindes und das Zusammenführen des großen Ganzen. Danke für Ihre unerschöpfliche Geduld.

Und zuletzt, danke an Euch Kinder und Jugendliche, die ihr so fleißig Dinge geübt habt, die Euch sehr schwerfallen und die ihr in Eurem bisherigen Alltag so unglaublich gut vermieden und umschifft habt. Danke an Eure Ausdauer durch die Trainingsmarathons und Euer wachsendes Vertrauen in jeder Trainingsstunde, in der ihr Euch getraut habt und Euch nicht mehr im Schrank oder unter dem Tisch vor dem Lesen und Dinge finden verstecken musstet. Ihr seid Spitze und ich wünsche Euch für die Zukunft alles erdenklich Gute und viele einfühlsame und offene Menschen auf Eurem Weg, die sich von Eurer Begeisterung für das Leben anstecken lassen, so, wie ihr das bei mir geschafft habt.

Oktober 2024

Anna Myriam Lippenberger

# Einleitung

*„Mensch, Kind, mach die Augen auf! ;  
Schau nach vorne beim Laufen! ;  
Schau mich an, wenn ich mit dir rede! ;  
Schau doch richtig hin!“*

All das sind Ausrufe, die wir aus unserer Kindheit oder als Eltern, Erzieher\*innen, Lehrer\*innen oder Trainer\*innen nur allzu gut kennen. Wie oft wollen Erwachsene, Kinder vor einer nahenden Gefahr warnen oder sind ungeduldig, wenn ein Kind Dinge in seiner Umgebung oder auf einem Arbeitsblatt in der Schule nicht auf den ersten Blick entdeckt. Wie oft sind sie erstaunt, wenn ein Kind in sozialen Situationen unangebracht oder unverständlicherweise ängstlich, vermeidend oder aggressiv reagiert oder auch, trotz aller investierten Übungszeit einfach nicht lernt, Wörter zusammenhängend zu lesen? Wie wichtig ist es für die soziale Interaktion, sich während der Kommunikation in die Augen zu blicken. Wie offensichtlich scheint es, vor allem als Kind, zeitsparender und effektiver in seiner Umwelt zu handeln bzw. schneller und genauer zu lesen, wenn es einfach nur lernen würde, „richtig hinzuschauen“.

Viele Kinder mit der Diagnose einer zerebralen Sehstörung kennen dieses Problem, kennen die immer wiederkehrenden Ausrufe der Eltern und sogar Mitschüler sowie die andauernden Probleme des „Übersehens“ und des „Nie-Genug-Zeit-Habens“, genauso im Unterricht, wie im Alltag. Sie kennen die Verunsicherung, wenn die Welt visuell nicht verlässlich erscheint und sie dies jedoch nur schwer in für andere verständliche Worte fassen können.

Doch was ist eigentlich dieses „Richtig Hinschauen“, was erwarten wir von den Kindern, was scheint so einfach für viele Menschen, dass wir keine Geduld haben, wenn es bei Kindern oder auch bei Erwachsenen im Alltag nicht auf Anhieb funktioniert. Und was passiert, wenn man dieses „Richtig Hinschauen“ gar nicht lernt und so im Alltag auf große Schwierigkeiten und in der Gesellschaft auf Unverständnis und Ungeduld trifft und gleichzeitig in vielen Situationen, in denen Geschwindigkeit und Genauigkeit eine zentrale Rolle spielen, auf die Hilfe anderer angewiesen ist?

In der vorliegenden Arbeit soll die Problemstellung des „Richtig Hinschauens“ im Alltag sowie beim Lesen bei Kindern mit der Diagnose einer zerebralen Sehstörung erläutert und greifbar gemacht werden und die Wirksamkeit zweier standardisierter, spezifischer und softwarebasierter Trainingsverfahren zur Verbesserung der Schwierigkeiten im visuellen Überblick sowie der visuellen Wort- und Textverarbeitung bei Kindern mit zerebralen Sehstörungen im Sinne eines cerebral visual impairment (CVI) evaluiert werden.

## Zerebrale Sehstörungen bei Kindern

Die Fähigkeit, die Welt wahrzunehmen, das heißt, Informationen aus der Umwelt aufzunehmen, zu verarbeiten und zu einem ganzheitlichen Bild zusammenzufügen, stellt den Kontakt des Menschen mit seiner Umgebung her und ist Voraussetzung dafür, die Welt in Raum und Zeit als ein kohärentes Ganzes zu erleben und das Verhalten adäquat darauf abzustimmen (Goldstein, 2007). Dabei spielt die visuelle Wahrnehmung in einer vorrangig visuell ausgerichteten Gesellschaft eine zentrale Rolle (Goldstein, 2007; Hoffman, 2003). Das Sehen bildet nicht nur die Grundlage für die visuelle Wahrnehmung, sondern ist auch für die Entwicklung anderer Leistungen wie der Sprache, der Motorik, dem emotionalen Erleben und dem sozialen Verhalten von besonderer Bedeutung (Goldstein, 2007). Kinder mit Sehstörungen müssen daher die Herausforderung bewältigen, sich ohne vollständige visuelle Informationen in der Welt zurechtzufinden und ihren Alltag zu meistern (Zihl, Mendius, Schuett & Priglinger, 2012) sowie sich in allen anderen Bereichen trotz der fehlenden Informationen bestmöglich zu entwickeln.

### Definition des Konstrukts CVI

Sehstörungen können bei Erwachsenen und bei Kindern periphere oder zentrale Ursachen haben. Dabei sind periphere Ursachen durch die Dysfunktion des peripheren Anteils des visuellen Systems, wie der vorderen Augenabschnitte, darunter beispielsweise die Retina, oder dem Sehnerv, zu erklären. Zentrale Ursachen beschreiben Störungen in den zentralen Komponenten des Sehsystems. Diese umfassen alle zerebralen Anteile nach der Sehnervenkreuzung (Chiasma opticum) über den Tractus opticus und dem Corpus geniculatum laterale bis hin zum primären visuellen Kortex und zum visuellen assoziativen Kortex sowie weitere Bereiche des Kortex außerhalb des visuellen Systems (Goldstein, 2007; Pinel, 1997). Von Bedeutung für das Sehen ist auch das okulomotorische System (Pinel, 1997; Yarbus, 1967; Zihl & Dutton, 2015), das für Blickbewegungen und damit auch für Folgebewegungen, für die Fixation, das Binokularsehen und die Akkommodation unerlässlich ist und ebenfalls sowohl periphere als auch zentrale Anteile umfasst.

Zentral verursachte Sehstörungen werden bei Erwachsenen unter dem Begriff „zerebrale Sehstörungen“ zusammengefasst, wobei unklar bleibt, welche der vielen beschriebenen visuellen Teilleistungen beeinträchtigt sind (Zihl & Cramon, von, 1986; Zihl, 2006, 2011a). In den 1980er Jahren wurde der Terminus und damit auch das Konstrukt „CVI“, in der Literatur zunächst „cortical visual impairment“ (Good, Jan, Barkovich, Groenvel, & Hoyt, 1994; Jan, Groenvel, Sykanda & Hoyt, 1987; Jan, Groenvel & Anderson, 1993; Whiting et al., 1985) später „cerebral visual impairment“ (Bals, 2009; Colenbrander, 2009; Colenbrander, 2010; Dutton & Jacobson, 2001; Frebel, 2006; Lueck, 2010; Sakki, Dale, Sargent, Perez-Roche, & Bowman, 2018; Zihl et al., 2012; Zihl & Dutton, 2015) für postchiasmatisch verursachte visuelle Funktionsstörungen bei Kindern



eingeführt. Es handelt sich bei CVI demnach um eine zentral verursachte Sehstörung. Oft tritt sie trotzdem in Kombination mit einer peripher verursachten Sehbehinderung auf (Bals, 2009; Zihl et al., 2012). Diese sollte die funktionellen Beeinträchtigungen jedoch nicht vollständig erklären (Dutton, 2003; Sakki et al., 2018; Zihl & Dutton, 2015).

Folgende visuelle Teilleistungsstörungen werden unter dem Sammelbegriff CVI zusammengefasst (Zihl et al., 2012; Zihl & Dutton, 2015): Beeinträchtigungen der Sehschärfe und des Kontrastsehens, Störungen der visuellen Adaptation und der Stereopsis, Gesichtsfeldausfälle, Störungen des Überblicks und der visuellen Exploration und Suche, des Aufmerksamkeitsfeldes, der Farbwahrnehmung, Störungen der topographischen Orientierung und visuellen Raumwahrnehmung, der Visuokonstruktion, der Form- und Größenunterscheidung, der Figur-Grund-Unterscheidung, der Bewegungswahrnehmung, genauso wie Störungen des visuellen Unterscheidens und Erkennens von Objekten, Gesichtern, Wegen und Orten sowie von Buchstaben und Wörtern oder Ziffern und Zahlen. Gestört sein kann auch die Okulomotorik, worunter Akkommodation, Vergenz, Fixationen, Sakkaden und Folgebewegungen und im weiteren Sinne auch Blickbewegungsmuster fallen. Diese Teilfunktionen können interindividuell in der Schwere, Art und Kombination des Auftretens variieren (Fazzi et al. 2007; Unterberger, 2015; Zihl & Dutton, 2015). Es ist daher unerlässlich, bei der Diagnosestellung ein individuelles positives und negatives Leistungsbild der visuellen Teilfunktionen zu erstellen, um die Auswirkungen der Störung(en) auf den Alltag gezielt erklären und eingrenzen zu können, genauso wie dieses bei der darauffolgenden, gezielten Förderung zu berücksichtigen (Lueck, Dutton & Chokron, 2019; Unterberger, 2015; Zihl & Dutton, 2015).

Bislang wurde das Konstrukt CVI noch nicht im ICD (International Classification of Diseases) verankert. Es gibt jedoch überzeugende Ansätze, einen diagnostischen Standard für CVI zu entwickeln (Unterberger, 2015).

Visuelle Wahrnehmungsstörungen können sich erheblich auf den Alltag der Kinder auswirken (Zihl et al., 2012; Zihl & Dutton, 2015). Kinder mit CVI weisen häufig Verzögerungen und Einschränkungen in ihrer kognitiven und sozialen Entwicklung auf. Des Weiteren nimmt CVI Einfluss auf schulische Aktivitäten, hier vor allem dem Erlernen von Lesen, Schreiben, Rechnen und Zeichnen, was den Kindern meist einen bleibenden Nachteil in der Gesellschaft einbringt und somit auch die Teilhabe an sozialen Aktivitäten und die Eingliederung in die Gemeinschaft erschwert. Vielen Kindern sind die Schwere und die Art ihrer Beeinträchtigungen nicht bewusst. In ihrer subjektiven Lebensqualität unterscheiden sie sich interessanterweise nicht von Gleichaltrigen (Barnet, Manson & Wilner, 1970; Dutton, 2011; Unterberger, 2015). Werden sie sich ihrer Einschränkungen bewusst, kann sich dies nachteilig auf die Entwicklung des Selbstwerts auswirken (Davidson & Quinn, 2011). Eine Verbesserung der visuellen Fähigkeiten bei Kindern mit CVI durch die Anwendung einer spezifischen, systematischen und wirksamen Intervention zum frühestmöglichen Zeitpunkt kann sich daher positiv auf die Entwicklung verschiedenster Bereiche auswirken und sollte dazu führen, den Kindern die bestmöglichen Voraussetzungen für ihr späteres Leben zu garantieren (Zihl & Dutton, 2015).

## Prävalenz

Aufgrund der noch uneinheitlichen Verwendung des Begriffs CVI (Boot, Pel, Stehen, van der & Evenhuis, 2010; Sakki et al., 2018) existieren bislang keine aussagekräftigen Prävalenzstudien. Schätzungen zufolge leiden in neueren Studien zwischen 20 bis 40% (Bosch, Boonstra, Willemsen, Cremers & De Vries, 2014; Durnian et al., 2010; Kozeis, 2010; Pehere et al., 2018), in älteren Studien zwischen 40 bis 50% der Kinder, die eine Sehbehinderung aufweisen, an CVI (Ferrell, 2000; Flanagan, Jackson & Hill, 2003; Good, Jan, Burden, Skoczinski & Candy, 2001; Groenveld, Jan & Leader, 1990; Jan et al., 1987; Nielsen, Skov & Jensen, 2007; Zihl et al., 2012). Im Jahr 2010 wurden weltweit etwa 19 Millionen Kinder als sehbehindert oder blind diagnostiziert (Pascolini & Mariotti, 2012).

Zieht man jüngere Studien heran, so wird CVI als häufigste Störung im Bereich der kindlichen Sehstörungen bei Kindern, die in der westlichen Welt geboren wurden, angegeben (Barsingerhorn, Boonstra & Goossens, 2018; Bennett, Bauer, Bailin & Merabet, 2020; Chang & Borchert, 2020; Good et al., 2001; Hoyt, 2007; Kocur & Resnikoff, 2002; Kong, Fry, Al-Samarraie, Gilbert & Steinkuller, 2012; Merabet, Mayer, Bauer, Wright & Kran, 2017; Rahi, 2007; Solebo, Teoh & Rahi, 2017). Gründe, die hierfür genannt werden, sind die immer besser werdenden medizinischen Versorgungsmöglichkeiten von Frühgeborenen, die mehr frühgeborenen Kindern ein Überleben sichern. Dies führt dazu, dass eine höhere Anzahl von Kindern einen der Risikofaktoren, eine zerebrale Sehstörung zu entwickeln, erfüllt. Auch sich langsam verändernde und vereinheitlichende Diagnosekriterien der Störung würden die Entwicklung dieser Statistik beeinflussen. Nichtsdestotrotz bleibt weiterhin eine hohe Dunkelziffer an Kindern, die an CVI leiden, noch heute un- oder fehldiagnostiziert, sodass allgemein von weit höheren Prävalenzzahlen auszugehen ist (Kran, Lawrence, Mayer & Heidary, 2019). Zieht man absolute Zahlen heran, so handelt es sich weltweit um schätzungsweise weit mehr als 9,5 Millionen Kindern, die durch CVI in ihrem Alltag beeinträchtigt sind.

## Ätiologie

Anders als die genauen Prävalenzzahlen, sind Hinweise zur Ätiologie bei zerebralen Sehstörungen bei Kindern weit besser bekannt und aufgeführt (siehe für eine ausführliche Auflistung: Unterberger, 2015).

So sind ein Sauerstoffmangel bei der Geburt und morphologische Entwicklungsstörungen des zentralen Nervensystems die am häufigsten beschriebenen Ursachen für CVI (Dutton & Jacobson, 2001; Good et al., 2004; Groenveld, Jan & Leader, 1990; Khetpal & Donahue, 2007; Nieuwenhuizen, van & Willemse, 1984; Zihl et al., 2012).

Hoyt (2003) sowie Fazzi et al. (2007) beschreiben Risikofaktoren für eine Hirnschädigung, die gleichwohl als Risikofaktoren für die Entwicklung einer zerebralen Sehstörung bei Kindern angenommen werden können, in den Kategorien pränataler, perina-

taler, postnataler Ursachen sowie assoziierten Hirnentwicklungsstörungen. Auch hier werden perinatale Ursachen, wie die Tatsache einer Frühgeburt sowie Geburtskomplikationen, assoziiert mit einem Sauerstoffmangel, als häufigster Risikofaktor und damit mögliche Ursache für das Bestehen einer zerebralen Sehstörung beim Kind angesehen. Auch in neueren Studien ist Frühgeburtlichkeit assoziiert mit einem niedrigen Geburtsgewicht und Sauerstoffmangel während der Geburt mit einem Auftreten von je 7–47% als häufigster Risikofaktor für CVI angegeben (Chong & Dai, 2014; Geldof, Van Wasse-naer-Leemhuis, Dik, Kok & Oosterlaan, 2015; Macintyre-Béon et al., 2013.; Pavlova & Krageloh-Mann, 2013; Pehere, Chougule & Dutton, 2018).

Als Risikofaktoren gelten jedoch auch andere Hirnschädigungen und Hirnentwicklungsstörungen, die pränatal durch das Vorliegen genetischer Defekte, der Exposition an teratogene Stoffe oder Infektionen während der Schwangerschaft entstehen (Bosch et al., 2014; Bosch et al., 2016; Chang & Borchert, 2020; Hoyt, 2003; Fazzi et al. 2007).

Auch postnatal auftretende Infektionen, Schädel-Hirn-Traumata und die Entfernung von Hirntumoren können eine zerebrale Sehstörung bei Kindern nach sich ziehen. Sie sind jedoch im Gegensatz zu Erwachsenen nur bei etwa 10% der Kinder mit CVI zu finden (Fazzi et al., 2007).

Auch kann CVI im Rahmen von Epilepsie, Hydrozephalus, Zerebralparese und periventrikulärer Leukomalazie (Andersson et al., 2006; Boot, Pel, van der Steen & Evenhuis, 2010; Fazzi et al., 2012; Good et al., 1994; Philip, Guzetta, Chorna, Gole & Boyd, 2020) sowie im Rahmen von AD(H)S und des Autismusspektrums (Chokron, Kovarski, Zalla & Dutton, 2020; Zihl & Dutton, 2015) beobachtet werden.

Zusammenfassend scheint das Risiko an einer zerebralen Sehstörung im Kindesalter zu leiden, mit zunehmender Diffusität der assoziierten Hirnstörung zu steigen. Dies spricht dafür, dass unterbrochene Faserverbindungen des Gehirns, die im Zuge einer diffusen Hirnstörung wahrscheinlicher geschädigt sind, eine bedeutende Rolle bei der Entwicklung zerebraler Sehstörungen bei Kindern spielen, weil sie für die Verarbeitung von visuellen Reizen unerlässlich sind, (Geldof et al., 2015; Pavlova & Krageloh-Mann, 2013). Gleichwohl kann dies mit ein Grund für die Schwierigkeiten der Diagnostik einer zerebralen Sehstörung im Kindesalter sein, da diffuse Hirnstörungen sehr wahrscheinlich zu komorbiden neurologischen und funktionellen Einschränkungen führen.

## Neurologische Korrelate in der Bildgebung

Das Finden von pathologischen Korrelaten in der neurologischen Bildgebung bei Kindern mit zerebraler Sehstörung könnte intuitiv erwartet werden. So lässt die Definition von CVI bei Kindern als postchiasmatisch verursachte Wahrnehmungsstörung sowie die im Alltag ersichtlichen Schwierigkeiten in den Teilfunktionen der visuellen Wahrnehmung auf strukturelle oder funktionelle Beeinträchtigungen des visuellen Systems schließen. Auch die Entdeckungsgeschichte der zerebralen Sehstörungen legt diese Vermutung nahe.

Das Störungsbild einer zerebralen Sehstörungen ist erstmals bei Soldaten mit Schussverletzungen im Bereich des okzipitalen Kortex beschrieben worden (Holmes, 1918). Später rückte dieses Störungsbild auch bei Erwachsenen nach einem Schädel-Hirn-Trauma oder nach Schlaganfällen, die zu neurologischen Verletzungen führten, immer mehr in den Vordergrund.

Seit nicht allzu langer Zeit erkennt man dieses Störungsbild auch bei Kindern, bei denen es jedoch weit komplexere Ausmaße als bei Erwachsenen anzunehmen scheint.

Ähnliche, eindeutigere organische Korrelate wie bei Erwachsenen, das heißt beispielsweise eine morphologische Schädigung im Bereich des okzipitalen Kortex, lassen sich nur bei einer Minderheit von Kindern mit der Diagnose CVI entdecken. So ist dies vor allem bei Kindern der Fall, bei denen die Ätiologie in postnatalen Ursachen, wie der Entfernung eines Gehirntumors, besteht (Fazzi et al., 2007).

Bei der Mehrzahl der Kinder mit CVI liegt jedoch, wie im letzten Kapitel beschrieben, eine diffusere Hirnschädigung zugrunde, die das Finden von pathologischen Korrelaten in der Bildgebung deutlich erschwert (Geldof et al., 2015; Pavlova & Krageloh-Mann, 2013). Nur bei einigen Kindern ist, ausgenommen von der Tatsache einer bekannten prä- bzw. perinatalen Komplikation, ein morphologisches Korrelat im Sinne einer Schädigung der weißen Substanz und damit der Faserverbindungen oder eine neurologische Symptomatik im Sinne einer Epilepsie zu finden (Geldof et al., 2015; Pavlova & Krageloh-Mann, 2013). So bleibt die anatomische bzw. physiologische Basis von CVI bis heute nur wenig erforscht und verstanden (Merabet, Mayer, Bauer, Wright & Kran, 2017). Die visuellen Defizite und auftretenden Komorbiditäten in Form von Beeinträchtigungen in anderen psychischen Funktionen sind bei Kindern deutlich weiter gefächert als bei Erwachsenen und unterliegen heterogeneren neurologischen Ursachen. Weitere Herausforderungen bei der eindeutigen Zuordnung von morphologischen Korrelaten bei Kindern mit CVI ist die Schädigung eines noch nicht voll gereiften bzw. nicht gänzlich entwickelten Gehirns (Merabet et al., 2017). Deshalb spielen der Zeitpunkt der Hirnschädigung sowie das Ausmaß und die Ursache eine größere Rolle als bei erwachsenen Patienten. Gleichwohl können konkrete Folgen für die kindliche Entwicklung und damit auch die Entwicklung der visuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten oft nur schwer nachvollzogen oder vorhergesagt bzw. in den Kontext der kindlichen Neuroplastizität eingebettet werden.

Zum heutigen Zeitpunkt wird angenommen, dass CVI bei Kindern auf sehr individuellen Hirnschädigungsprofilen besteht und eng mit der Vulnerabilität und dem Entwicklungsstand einzelner Bindeglieder des visuellen Systems zum Zeitpunkt der Hirnschädigung verknüpft ist (Merabet et al., 2017). Auf der Grundlage morphologischer Korrelate bleibt das Störungsbild CVI daher zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund der sehr individuellen Merkmale sowie der vorherigen und späteren Entwicklung jedes Kindes schwierig bis unmöglich zu erklären.

Umso wichtiger ist im diagnostischen Prozess eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit und die Betrachtung der Auswirkung der angenommenen Hirnschädigung auf die psychischen Funktionen im Alltag.