

Technische Fachhochschule Berlin

University of Applied Sciences

Augenoptik/Optomietrie im Fachbereich VII

**Sehfehler, Untersuchungsmethoden und
Optometrische Verordnungen bei Kindern
mit Lese-Rechtschreib-Problemen
Retrospektive Studie von 247 Fällen**

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Augenoptikerin/Optomietristin (FH)

Vorgelegt von:

Veronika Vranko

1. Betreuer: Wolfgang Cagnolati M.S. (USA)
2. Betreuer: Prof. Dr. Peter Moest
2. Gutachterin: Prof. Brigitte Krimpmann-Rehberg

Berlin im Januar 2001

Danksagung

Ich bedanke mich ganz herzlich bei Herrn Wolfgang Cagnolati und Herrn Prof. Dr. Peter Moest für die hervorragende Betreuung und Beratung. Herrn Cagnolati danke ich besonders für die mir zur Verfügung gestellten Korrektionsdaten der von ihm untersuchten Kinder. Durch seine praktischen Erfahrungen, die vielen Informationen und Anregungen war es mir möglich, einen so umfangreichen Einblick in die Kinderoptometrie zu bekommen.

Ein ganz besonders herzliches Dankeschön an meinen Mann Uwe Vranko, der mir mit viel Informatiker - Hilfe, Ruhe und Geduld bis zum letzten ausgedruckten Blatt zur Seite stand.

Ich bedanke mich bei all den Freunden, die mich auf verschiedene Weise bei dieser Arbeit unterstützten.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
2	Entwicklung des Sehens beim Kind	7
2.1	Wachstum des Auges	7
2.1.1	Länge und Brechwert des Auges.....	7
2.1.2	Refraktion des Auges	8
2.2	Neuronale Entwicklung.....	8
2.2.1	Netzhaut und Fovea.....	8
2.2.2	Sehnerv und Gehirn.....	10
2.3	Entwicklung visueller Funktionen	11
2.3.1	Entwicklung der Sehfunktionen	12
2.3.2	Visumotorische Entwicklung	16
3	Sehfehler	20
3.1	Asthenopische Beschwerden.....	20
3.2	Monokulare Fehlsichtigkeiten.....	20
3.2.1	Myopie	20
3.2.2	Hyperopie.....	21
3.2.3	Anisometropie und Aniseikonie.....	21
3.2.4	Astigmatismus.....	22
3.3	Störungen im Binokularsehen.....	23
3.3.1	Normales Binokularsehen	23
3.3.2	Binokulare Fehlsichtigkeiten	24
3.3.3	Binokularsehen in der Nähe	27
3.3.4	Anomalitäten von Akkommodation und Konvergenz	28
3.3.5	Strabismus	31
3.4	Augenerkrankungen bei Kindern	32
4	Untersuchungsmethoden	34
4.1	Sehschärfenbestimmung	34
4.1.1	Verfahren bei Säuglingen und Kleinkindern bis zu zwei Jahren	34
4.1.2	Verfahren bei Vorschulkindern.....	40
4.1.3	Sehschärfenbestimmung in der Nähe.....	43
4.2	Objektive Refraktionsbestimmung	44
4.2.1	Keratometrie und Refraktometrie	44
4.2.2	Photorefraktometrie.....	45
4.2.3	Skioskopie	45
4.3	Subjektive Refraktionsbestimmung	48
4.4	Binokularprüfung.....	49
4.4.1	Binokularprüfung am Zeiss Polatest Sehprüfgerät	49

4.4.2	Stereoteste	49
4.4.3	Überprüfung der Augenbewegung und Fixation.....	51
4.4.4	Binokularprüfung in der Nähe	54
4.4.5	Test zur Wahrnehmungsverbesserung durch Farbfolien.....	56
4.4.6	Tests zur Bestimmung der Lesegeschwindigkeit	56
4.4.7	Test zur Bestimmung der Blicktüchtigkeit	57

5 Korrekionsmöglichkeiten 58

5.1	Refraktionsfehler.....	58
5.1.1	Hyperopie	58
5.1.2	Myopie	59
5.1.3	Anisometropie und Aniseikonie.....	60
5.1.4	Astigmatismus.....	60
5.2	Kinder mit Lese-Rechtschreibproblemen	61
5.3	Prismatische Korrektur.....	61
5.4	Probleme beim Sehen in der Nähe	62
5.4.1	Nahbrillenverordnung	62
5.4.2	Visualtraining.....	62
5.4.3	Weitere Korrekturen bei LRS.....	64

6 Lese - Rechtschreibschwäche 65

6.1	Rückblick	65
6.2	Soziales Umfeld als Einflussfaktor auf den Lernprozess.....	67
6.2.1	Familie.....	67
6.2.2	Schule.....	67
6.3	Begriffsdefinition Lese-Rechtschreibschwäche (Legasthenie).....	68
6.4	Häufigkeit der Lese- Rechtschreibschwäche	69
6.5	Ursachen der Lese-Rechtschreibschwäche	69
6.5.1	Überblick.....	69
6.5.2	Genetische Faktoren.....	70
6.5.3	Minimale cerebrale Dysfunktion.....	71
6.5.4	Störungen in der Dominanzentwicklung.....	71
6.5.5	Sprachstörungen und Lese-Rechtschreibschwäche.....	72
6.6	Beziehung zwischen Sehanomalien und Lesefähigkeit	72
6.6.1	Visuelle Wahrnehmung.....	73
6.6.2	Magnozelluläre und parvozelluläre Sehwege	75
6.7	Störungen der visuellen Wahrnehmung und LRS.....	76
6.7.1	Störungen im Zusammenspiel des phasisch-tonischen Systems.....	76
6.7.2	Blicksteuerung (Steuerung der Augenbewegung)	76
6.7.3	Refraktive und binokulare Sehfehler	77
6.7.4	Farbige Lesefolien oder Brillengläser.....	78
6.8	Auffälligkeiten und Symptome bei Sehstörungen und LRS	79
6.8.1	Erfolge optometrischer Korrekturen bei Kindern mit LRS.....	81

7	Optometrisches Verordnungsverhalten am Beispiel von 247 Fragebögen.....	84
7.1	Einleitung.....	84
7.2	Material und Methoden / Aufbau der Studie	84
7.2.1	Fragebogen.....	84
7.2.2	Klassifizierung	85
7.2.3	Optometrisches Verordnungsverhalten.....	87
7.3	Ergebnisse.....	88
7.3.1	Altersverteilung.....	88
7.3.2	Häufigkeitsverteilung der Mädchen und Jungen.....	89
7.3.3	Sozialisation	90
7.3.4	Empfehlung zur Augenüberprüfung	91
7.3.5	Vorangegangene Augenuntersuchungen und Sehbehandlungen	93
7.3.6	Analyse der Sehbeschwerden und Sehstörungen.....	95
7.3.7	Verteilung der optometrischen Verordnung.....	97
7.3.8	Sehschärfe	99
7.3.9	Die sphäro-cylindrischen Wirkungen der Fernbrillen.....	101
7.3.10	Häufigkeitsverteilung der Fernkorrekturen mit Prisma.....	105
7.3.11	Korrelation von Sehbeschwerden und Sehstörungen zu den visuellen Anomalien.....	109
7.3.12	Verbesserungen durch optometrische Verordnungen	112
8	Diskussion und Zusammenfassung.....	116
9	Literaturverzeichnis.....	121
	Anhang.....	129
10.1	Fragebogen.....	129
10.2	Tabellen.....	133
10.3	Korrektionsdaten.....	141

1 Einführung

Die Schriftsprache ist eine der wichtigsten zu erlernenden Kulturtechniken und gewinnt auch im heutigen Multimediazeitalter noch an Bedeutung. Kein Computer, Videorecorder oder Gameboy kann ohne Lesekenntnisse bedient werden. Für Kinder ist das Erlernen der Schriftsprache zudem eine grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Schullaufbahn, für einen guten Berufsabschluss und damit für eine Behauptung im täglichen Leben, speziell in der Arbeitswelt.

Gerade in den ersten Klassenstufen fallen immer wieder Kinder auf, die große Schwierigkeiten mit dem Erlernen der Schriftsprache haben. Hier können gesundheitliche, schulische oder auch durch das Elternhaus bedingte Faktoren eine Rolle spielen. Jedoch fallen auch immer wieder Kinder auf, bei denen keine der zuvor genannten Faktoren zutreffen, die trotz guter Intelligenz Probleme beim Erlernen des Lesens und Schreibens aufweisen. Dieses Phänomen beschäftigt die Wissenschaft seit über hundert Jahren. Auf Grund der unterschiedlichen Betrachtungsweisen gibt es bis heute keine einheitliche Begriffsdefinition. In Deutschland werden in diesem Zusammenhang die Begriffe „Lese-Rechtschreibschwäche“, „Lese-Rechtschreibstörung“, „Legasthenie“ oder auch „umschriebene Lese-Rechtschreibschwäche“ zum Teil gleichbedeutend und von anderen auch differenziert verwendet. Innerhalb dieser Diplomarbeit werden alle Probleme im Erlernen des Lesens und der Schriftsprache summarisch als Lese-Rechtschreibschwäche (LRS) bezeichnet, ohne dass damit ausschließlich die genetisch bedingten unheilbaren Legasthenien gemeint sind.

Wurde diese LRS zu Beginn der Forschung allein auf eine Ursache eingeschränkt, so weiß man heute, dass im Allgemeinen eine multifaktorielle Verursachung zugrunde liegt. Das Kapitel 6.5 gibt einen Überblick über Faktoren, die eine LRS verursachen können oder deren Erscheinung verstärken, ohne dass die Darstellung einen Anspruch auf Vollständigkeit erheben könnte. Hierbei wird bewusst nicht tiefer in die Gesamtproblematik der LRS eingegangen, sondern das Hauptaugenmerk auf die Physiologie und Pathophysiologie des Sehens gelegt. Es werden der Sehvorgang und Sehanomalien beschrieben sowie visuelle Wahrnehmungsstörungen aufgezeigt, die ein Erlernen des Lesens und Schreibens erschweren können.

Bei der optometrischen Beschäftigung mit dem Sehen bei Kindern ist das Wissen über die Sehfähigkeit und deren Entwicklung beim Kind von großer Bedeutung. Das Sehen ist ein Prozess, den das Kind erst erlernen muss. Voraussetzung hierfür ist, dass die Augen weder organisch noch durch eine Fehlsichtigkeit an diesem Lernprozess gehindert werden. Wird bei Säuglingen und Kleinkindern eine Fehlsichtigkeit nicht rechtzeitig erkannt, kann sich unter

Umständen das Sehen nicht richtig entwickeln und bleibt zeitlebens auf einem zu niedrigen Niveau. In ungünstigen Fällen führt dies zu einer Amblyopie des Auges.

Der Sehlernprozess ist mit dem 6. Lebensjahr weitgehend abgeschlossen. Zu diesem Zeitpunkt kommen die meisten Kinder in die Schule, so dass bei Schulkindern praktisch keine Möglichkeit mehr besteht, auf den Sehlernprozess einzuwirken.

Bei Schulkindern findet man aber oft unerkannte Sehfehler und Augenstellungsfehler vor. Diese können die visuelle Wahrnehmung und die Effizienz von Sehfunktionen beeinträchtigen. Damit wirken sie sich dann nachhaltig auf den Leselernprozess aus und können dazu führen, dass das Kind hinter den schulischen Anforderungen zurückbleibt. Des Weiteren wirken sich Sehbeschwerden und Sehstörungen auf die Psyche des Kindes aus, wenn es trotz großer Anstrengung und Mühe immer wieder beim Lesen- und Schreibenlernen scheitert.

Im Kapitel 3 werden Sehfehler, Augenstellungsfehler und Probleme im Akkommodations-Vergenz-Verhältnis beschrieben. Größere Anstrengungen zum Ausgleich der beschriebenen Sehstörungen können asthenopische Beschwerden (Anstrengungsbeschwerden) hervorrufen, welche zu einer mangelnden Ausdauer bei Naharbeiten oder beim Lesen führen können. Bei der Beschreibung des Binokularsehens hat sich in Deutschland eine unterschiedliche Begrifflichkeit bei den Augenärzten und den Augenoptikern/Optometrissen herausgebildet. Der in diesem Zusammenhang wichtigste Augenstellungsfehler wird international in der Ophthalmologie und Optometrie „assoziatet phoria“, national innerhalb der Ophthalmologie „assozierte Phorie“ und in der Augenoptik/Optometrie dagegen sehr oft „Winkelfehlsichtigkeit“ aber auch „assozierte Phorie“ genannt. Um diese Diplomarbeit im Interesse der Kinder flächendeckend nutzbar zu machen wird hier stets der Doppelbegriff „assozierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit“ (AP=WF) verwendet. Analog werden die Netzhautzentren stets mit den Doppelbegriffen zentral=foveolär, und bizentral=foveolär bezeichnet.

Dem Augenoptiker/Optometrissen stehen vielfältige Untersuchungsmethoden zur Verfügung, jedoch sind für ein Kind vielfach andere Verfahren als bei Erwachsenen anzuwenden. Da Sehfehler schon bei Kleinstkindern die Entwicklung des Sehens nachhaltig beeinflussen können, sind Augenüberprüfungen wichtig, schon lange bevor ein Kind reden kann oder ausreichend kommunikationsfähig ist. Dementsprechend müssen andere Testverfahren als bei Erwachsenen zur Anwendung kommen. Eine Auswahl von solchen Methoden wird im Kapitel 4 beschrieben. Dabei geht es nicht nur um die Untersuchung der Sehleistung und des refraktiven Status sondern besonders auch um das Binokularsehen und die Akkommodations- und Konvergenzleistung, die zur Beurteilung des dynamischen Sehens erforderlich sind.

Für die Korrektur von Sehfehlern bei Kindern gibt es bis heute keine einheitliche Philosophie. Beispiele hierfür sind im Kapitel 5 zusammengestellt. Besonderes Gewicht kommt dabei der Korrektur von Sehfehlern bei Kindern mit LRS zu, denn bei ihnen führen häufig Korrekturen von unbedeutenden und normalerweise nicht korrekturebedürftigen Sehfehlern zu entscheidenden Verbesserungen. In diesem Zusammenhang werden auch Möglichkeiten zum Training von Sehfunktionen vorgestellt.

Eines der wichtigsten Ziele dieser Diplomarbeit ist die Untersuchung des optometrischen Verordnungsverhaltens bei Kindern mit LRS. Es wird hier im Kapitel 7 in der Form einer retrospektiven Studie erarbeitet. Diese Studie umfasst 247 Fälle, die im Zeitraum von zweieinhalb Jahren im Duisburger Institut für Augenoptik-Optometrie, welches von Wolfgang Cagnolati, Optometrist, MCOptom und M.S. in Clinical Optometry (USA), geleitet wird, optometrisch betreut wurden. Die als lese-rechtschreibschwach auffälligen Kinder wurden hinsichtlich ihres Alters, der Verteilung von Jungen und Mädchen und der Sozialisation untersucht. Die erste Fragestellung dieser Studie war es, herauszufinden, ob Sehbeschwerden und Sehstörungen mit bestimmten Sehanomalien korrelieren. Weiterhin wurde die Häufigkeit von Sehbeschwerden und Sehstörungen analysiert. Dazu wurden die Sehbeschwerden und Sehstörungen klassifiziert, bewertet und den Verordnungen gegenübergestellt. Daraus lassen sich die Leitgedanken des optometrischen Verordnungsverhaltens erarbeiten. Da in dieser Studie keine Auswahl von Kindern stattgefunden hat, sondern alle Verordnungen innerhalb des genannten Zeitraumes bei Kindern mit LRS ausgewertet wurden, lassen die Ergebnisse generelle Rückschlüsse auf die visuelle Wahrnehmung und mögliche Korrekturen bei lese-rechtschreibschwachen Kindern zu. Diese Schlussfolgerungen sind in Kapitel 8 zusammengefasst. Es geht über die Beschreibung des Verordnungsverhaltens hinaus und versucht Maßstäbe für den augenoptischen/optometrischen Umgang mit Kindern zu setzen, die mit Problemen beim Lesen und Schreiben auffällig werden. Es gibt auch Hinweise, wie die frühzeitige Versorgung dabei helfen kann, solche Probleme erst gar nicht entstehen zu lassen.

2 Entwicklung des Sehens beim Kind

Das Sehen des Kindes ist nicht gleichzusetzen mit dem Sehen von Erwachsenen, da es sich von Geburt an über viele Jahre entwickelt. Das Auge und das Gehirn sind zur Geburt noch nicht voll ausgebildet. Mit der Entwicklung der optischen Komponenten des Auges und der Bildung und Reifung der neuronalen Strukturen von Netzhaut, Sehnerv und Gehirn geht der Entwicklungsprozess des Sehens einher (Berke, 1996, S. 78).

2.1 Wachstum des Auges

Das Auge entwickelt sich aus dem Neuralrohr, welches eine Vorstufe unseres Nervensystems beim Embryo darstellt. Der lichtempfindliche Teil des Auges ist ein Abkömmling des Zwischenhirns (Uebach, 1995, S.59). Zu Beginn der vierten Schwangerschaftswoche stülpen sich aus den basalen Anteilen des Zwischenhirns seitlich paarige Augenbläschen aus. Daraus bilden sich die einzelnen Abschnitte des Auges. Zum Ende der vierten Schwangerschaftswoche stülpt sich die Augenblase zum Augenbecher ein. Durch diesen Vorgang entsteht eine zweiblättrige Augenanlage mit dem inneren und äußeren Augenbecherblatt (Zypen, 1999, S.29).

Aus dem äußeren Augenbecherblatt bilden sich das Pigmentepithel der Retina und des Ziliarkörpers sowie die beiden Irismuskeln. Aus dem inneren Augenbecherblatt differenzieren sich das Pigmentepithel der Iris, der unpigmentierte Teil des Ziliarkörpers und die lichtempfindliche Netzhaut (Zypen, 1999, S.31-34).

2.1.1 Länge und Brechwert des Auges

Bei der Geburt liegt der Brechwert des Auges mit etwa 85dpt um 25dpt über dem eines Erwachsenen. Dieser hohe Brechwert wird durch die um 7mm geringere Augenlänge kompensiert (Berke, 1997, S.4). Die Länge des Auges eines Neugeborenen beträgt durchschnittlich 17mm, was einer Refraktion von 2,8dpt entspricht. Bis zum Erwachsenenalter wächst das Auge auf eine durchschnittliche Länge von 24mm an (Simons, 1996, S. 20). Die entscheidende Zunahme der Augenlänge um rund 3,8mm erfolgt während der ersten beiden Lebensjahre. Dabei beträgt die durchschnittliche Wachstumsrate von der 3.-6. Woche an 0,128mm pro Woche und verlangsamt sich bis zur 52. Woche auf 0,062mm (Wood; Pennie, 2000, S. 113). Festgestellt wurde außerdem ein konstant längeres Auge bei Jungen gegenüber Mädchen. Bei der Geburt beträgt die Augenlänge eines Jungen etwa 16,78mm, bei Mädchen

hingegen etwa 16,4mm. Bis zum 13. Lebensjahr ist das Auge eines Jungen auf 23,15mm gewachsen, bei einem Mädchen auf 22,66mm (Sivak; Bobier, 1990, S. 39).

Das Längenwachstum des Auges würde pro 1mm zu einer Myopisierung von rund 3dpt führen, wenn sich nicht im gleichen Maße der Brechwert der Hornhaut und der Augenlinse verringern würden. Die Hornhaut erfährt ebenso wie die Augenlänge während der ersten beiden Lebensjahre die entscheidendsten Veränderungen. Die Veränderungen sind zum Ende des zweiten Lebensjahres jedoch abgeschlossen, der Brechwert hat den Wert eines Erwachsenen erreicht. Die Augenlinse eines Neugeborenen hat eine fast kugelige Form, deren Vorder- und Rückfläche mit zunehmendem Lebensalter abflacht. Dadurch reduziert sich der Brechwert der Augenlinse von 33dpt bei der Geburt auf etwa 17dpt im erwachsenen Alter (Berke, 1997, S. 4).

2.1.2 Refraktion des Auges

Ein neugeborenes Kind hat im Durchschnitt eine Hyperopie von 2dpt, welche sich gewöhnlich bis zum sechsten Lebensmonat leicht erhöht, um dann bis zum ersten Lebensjahr rasch und bis zum Alter von etwa sechs Jahren allmählich abzunehmen. Dieser Prozess der Reduzierung der Hyperopie wird als Emmetropisierung bezeichnet. Trotz des präzisen Emmetropisierungsvorganges während der Kindheit bleiben manche Augen hyperop, andere werden myop. Verursachende und beeinflussbare Faktoren der Myopisierung werden derzeit noch erforscht. Im Kapitel 5.1.2 wird hierauf näher eingegangen.

2.2 Neuronale Entwicklung

2.2.1 Netzhaut und Fovea

Eine Differenzierung der Netzhaut beginnt etwa in der 6. Embryonalwoche. In dieser Zeit liegt auch die Strukturierung der Makula (Küchle, Busse, 1985, S. 6).

Für die spätere Entwicklung von Sehschärfe, Binokularsehen und Farbsehen ist die Entwicklung der Fovea von großer Bedeutung. Bereits in der 11.-12. Schwangerschaftswoche konnte die Anlage der Fovea identifiziert werden. Sie besteht zu diesem Zeitpunkt aus einer Schicht von einzelnen unreifen großen Zapfen ohne Stäbchen (Gottlob, 1999, S.193). Es wird davon ausgegangen, dass bis zur Geburt alle Zellen ausgereift sind. Da keine neuen Zellen mehr gebildet werden, beruht die Reifung der Netzhaut demnach auf morphologischen Veränderungen und der Umverteilung der Zellen in der Netzhaut (Berke, 1997, S.6).

Die Differenzierung der Stäbchen und Zapfen beginnt im siebenten Schwangerschaftsmonat. Zunächst entstehen die Innenglieder, aus welchen Außenglieder aussprossen. Das Wachstum der

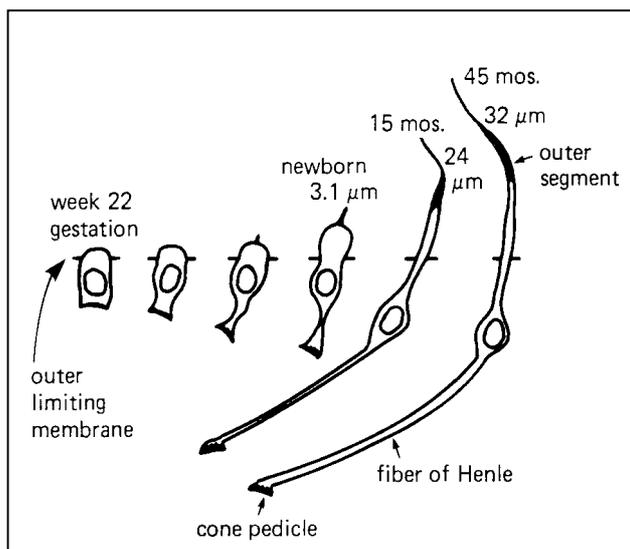


Abbildung 1: Reifungsprozess der Zapfen in der Fovea (Beauchamp, 1990, S. 52)

Außenglieder ist mit der Geburt nicht abgeschlossen (Zypen, 1999, S.32). Die Außensegmente der Zapfen haben auch nach dem 15. Lebensmonat erst die Hälfte der Länge eines Zapfens in der Netzhaut eines Erwachsenen erreicht. Die Darstellung in Abbildung 1 zeigt, dass das Außensegment eines Zapfens zum Zeitpunkt der Geburt eine Länge von $3\mu\text{m}$ hat und sich bis zum 45. Lebensmonat auf $32\mu\text{m}$ verlängert. Im Laufe der Entwicklung verzehnfacht sich seine Länge auf $57\mu\text{m}$ (Beauchamp, 1990, S. 52).

Die Entwicklung der Netzhautperipherie ist im Wesentlichen durch ihr Wachstum geprägt. Die Netzhautfläche vergrößert sich bis zur Geburt etwa um das 6,6-fache und anschließend bis zu ihrer vollen Entwicklung um das 2-fache (Beauchamp, 1990, S. 49). Durch dieses Wachstum in der Peripherie nimmt die Dichte der Stäbchen deutlich ab (Gottlob, 1999, S. 194).

Die Zapfen werden durch Zellwanderung von der Peripherie der Netzhaut in das Zentrum umgeschichtet. Bis zum 4. Lebensjahr halbiert sich die Fläche der Fovea. Während dieser Zeit

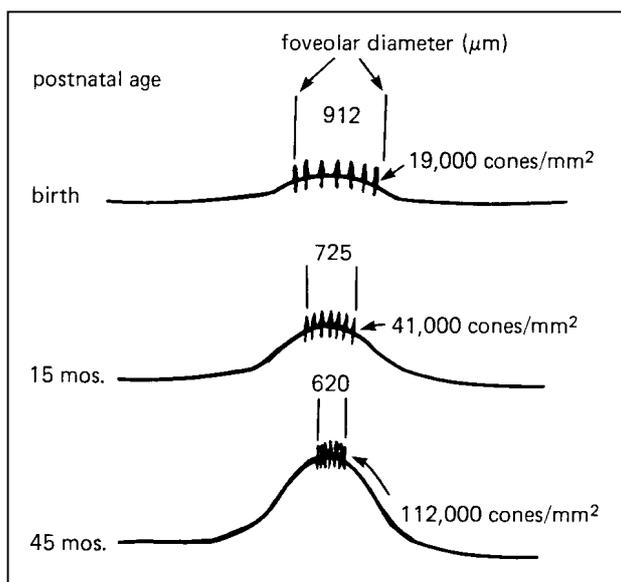


Abbildung 2: Wanderung der Zapfen in der Fovea von der Geburt bis zum 45. Lebensmonat (Beauchamp, 1990, S. 151)

erhöht sich die Menge der Zapfen im Zentrum der Fovea von $19000\text{ Zapfen}/\text{mm}^2$ zur Geburt auf $120000\text{ Zapfen}/\text{mm}^2$, was in der Abbildung 2 dargestellt ist. Im gleichen Maße wie die Dichte der Zapfen im Zentrum der Fovea zunimmt, verringert sich deren Durchmesser von $6\mu\text{m}$ zur Geburt auf $2\mu\text{m}$ endgültigen Durchmesser (Beauchamp, 1990, S. 49-53). Damit erhöht sich die Dichte der Zapfen in der Fovea, welche im Erwachsenenalter um das 2,5-fache höher ist als bei einem Neugeborenen (Berke, 1997, S. 6).

Aus diesen Zusammenhängen ist erklärbar, dass die Sehschärfe entsprechend der Dichtezunahme der Zapfen in der Fovea ansteigt (Berke, 1997, S. 6). Die zur Geburt noch unvollkommen entwickelte Netzhaut erklärt Beobachtungen, dass bei einem Neugeborenen noch keine zentrale = foveoläre Fixation vorliegen kann. Das Sehen eines Neugeborenen ist hauptsächlich auf die parafoveolären Netzhautbereiche angewiesen (Beauchamp, 1990, S. 52).

2.2.2 Sehnerv und Gehirn

Für die postnatalen Entwicklungen der visuellen Funktionen ist nicht nur die Netzhautreifung von Interesse, sondern auch die Reifung der Myelinisierung des Sehnervs, des Thalamus, des visuellen Kortex und höherer visueller Koordinationszentren (Gottlob, 1999, S. 194). Bereits vor der Geburt findet ein Großteil der Entwicklung des Gehirns statt. Dadurch ist das Gehirn schon während der Schwangerschaft aufnahmefähig (zum Beispiel werden Bewegungen der Mutter aufgenommen). Probleme in der Schwangerschaft haben somit eine direkte Auswirkung auf die Gehirnentwicklung des Ungeborenen (Uebach, 1995, S. 58-59).

Die Sehbahn, die Gesamtheit aus Netzhaut, Sehnerv, Chiasma, Tractus opticus, seitlichem Kniehöcker, Sehstrahlung und der Sehrinde des Großhirns, ist ein Teil des zentralen Nervensystems (Berke, 1999, S. 299).

Der Sehnerv wird aus den Nervenfasern (Axone) der retinalen Ganglienzellen gebildet und endet im seitlichen Kniehöcker. Hier bilden sich die Synapsen der Sehstrahlung, welche bis zum vierten Lebensmonat zunehmen, um dann bis zum achten Lebensmonat den endgültigen Wert zu erreichen. Die Synapsen ziehen in der Schicht der Gratioletschen Sehstrahlung zur primären Sehrinde. Eine Trennung der beiden Augen in der Sehrinde beginnt bereits während des fünften Schwangerschaftsmonats und setzt sich über die Geburt hinaus fort. Die Zahl der Synapsen der primären Sehrinde nimmt bis zum achten Lebensmonat zu, um sich dann bis zum 11. Lebensjahr um rund 40% zu verringern (Berke, 1997, S. 6-7).

Einige Nervenfasern sind bereits zur Geburt mit Myelinscheiden umgeben. In der älteren Literatur herrscht Unstimmigkeit, ob die Myelinisierung der Sehnerven bis zur Geburt oder bis zum Beginn des sechsten Lebensmonats abgeschlossen ist. Jüngere Beobachtungen hingegen zeigen, dass die Myelinisierung noch bis zum zweiten Lebensjahr rasant und danach nur noch sehr langsam fortschreitet (Beauchamp, 1990, S. 53; Simons, 1996, S. 25-27).

In Abbildung 3 ist zu sehen, dass entscheidende Veränderungen der synaptischen Verbindungen in den ersten drei Lebensmonaten stattfinden. Gleichzeitig mit der Entwicklungen im Gehirn und den damit verbundenen Veränderungen der Netzhaut entwickeln sich auch die visuellen Funktionen während der ersten drei Lebensmonate sehr rasch (Berke, 1997, S. 7).

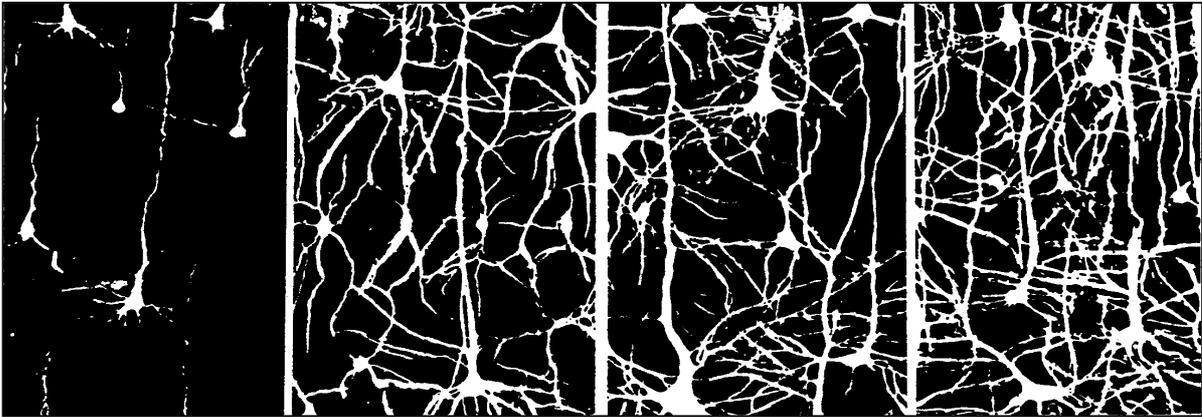


Abbildung 3: Veränderungen der synaptischen Verbindungen
Schnitt durch die Partie der menschlichen Großhirnrinde zum Zeitpunkt der Geburt (links), daneben im Alter von drei Monaten, von drei Jahren und als Erwachsener (rechts) (Uebach, 1995, S. 2)

2.3 Entwicklung visueller Funktionen

Neugeborene haben anfangs eine geringe Grundausstattung des Sensoriums und Motoriums, um sich in ihrer Umwelt zurecht finden zu können. Die geistige und körperliche Entwicklung ist nach der Geburt nicht abgeschlossen. Die Entwicklung des Sehens (visuell) geht mit der allgemeinen Entwicklung des Kindes (motorisch und sprachlich) einher. Vorwiegend durch Lernprozesse wird im Laufe der Entwicklung eine Differenzierung des Sehorgans und der Wahrnehmung erzielt. Diese Lernprozesse verlaufen in Wechselwirkung mit den Reifungsprozessen der Motorik, zum Beispiel der Auge-Hand-Koordination. Sie führen schließlich zur Handlungsfähigkeit des Menschen. Dieser spiralförmig verlaufende Anpassungsprozess bedeutet, dass nur die Informationen von der Umwelt aufgenommen werden, die im jeweiligen Entwicklungsstadium auch verarbeitet werden können (Schilling, 1980, S. 247).

Bei der Geburt verfügen alle Neugeborenen über ein funktionstüchtiges, aber noch nicht vollständig ausgereiftes visuelles System. Schon während der ersten Wochen verbessert sich das Sehen sehr rasch. Einzelne Funktionen des visuellen Systems entwickeln und verändern sich noch bis zum Ende der Pubertät, einzelne sogar bis zum 30. Lebensjahr.

2.3.1 Entwicklung der Sehfunktionen

2.3.1.1 Sehschärfe

Die Ausbildung der Sehschärfe ist eng an die Entwicklung der Fovea centralis geknüpft, welche bei der Geburt schon funktionstüchtig, aber noch nicht voll ausgereift ist. Das visuelle System entwickelt sich schrittweise über mehrere Jahre. Dabei kommt es schon in den ersten drei Monaten zu einem deutlichen Anstieg der Sehschärfe. Bei der Geburt verfügen alle Neugeborenen über eine geringe Sehschärfe von circa 0,03.

Die Literaturangaben über die monokulare Sehschärfe in den ersten Lebensjahren gehen weit auseinander. So geben Kühle u.a. an, dass ein normalsichtiges Kind einen Visus von 1,0 erst nach dem fünften/sechsten Lebensjahr erreicht (Kühle; Busse, 1985, S. 9). Andere gehen von einer wesentlich schnelleren Entwicklung der Sehschärfe aus, welche am Ende des ersten

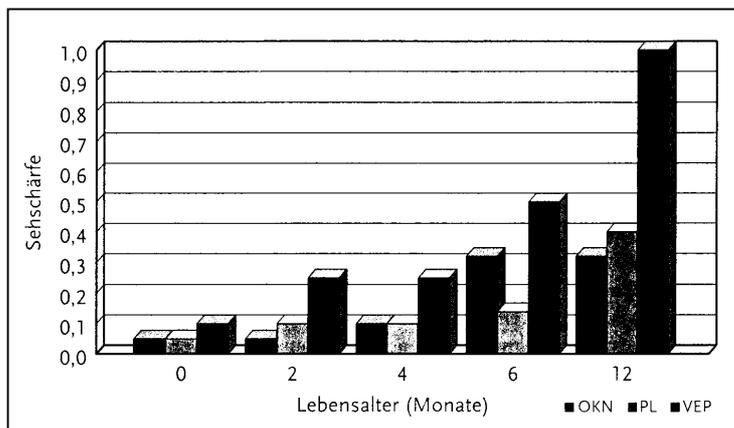


Abbildung 4: Entwicklung der Sehschärfe während des ersten Lebensjahres in Abhängigkeit vom verwendeten Prüfverfahren (OKN = optokinetischer Nystagmus, PL = Preferential Looking, VEP = visuell evozierte Potentiale) (Berke, 1997, S. 9)

Lebensjahres zu einem Visus von 1,0 tendiert. Der Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse wird unter anderem in den verwendeten Messverfahren vermutet, deren Ergebnisse nicht miteinander kompatibel sind. In Abbildung 4 ist die unterschiedliche Entwicklung der Sehschärfe je nach verwendetem Messverfahren dargestellt. So ging die Entwicklung der Sehfunktionen nach früheren Erkenntnissen relativ

langsam vonstatten, was auf die bei der Geburt noch unreifen Einzelkomponenten Makula, Sehbahn und Okzipitalgehirn und deren erst allmähliche Ausdifferenzierung nach der Geburt zurückgeführt wurde (Boergen u.a., 1985, S. 71). Frühere objektive Sehschärfebestimmungen wurden mit dem Optokinetischen Nystagmus (OKN) durchgeführt.

Auch nach neueren Untersuchungen besitzt das Neugeborene eine noch unreife Makula. Jedoch konnte durch elektrophysiologische (visuell evozierte Potentiale = VEP) und psycho-physische Methoden (Preferential Looking = PL) nachgewiesen werden, dass sich die Sehfunktionen bedeutend rasanter entwickeln.

Zur Entwicklung der Sehschärfe legt de Decker die Annahme nahe, dass auf Grund der noch nicht an das Gehirn gekoppelten Fovea die Sehschärfe gesunder Kinder mit 1-2 Monaten

wirklich bei etwa 0,1 liegt. Mit 3 Monaten wird die Sehschärfe wirklich bei 0,2-0,3 liegen und mit 6 Monaten eher bei 0,5 als bei 0,3. Die 0,4 mit einem Jahr stellt de Decker in Frage und rechnet mit 0,6 oder 0,7. Die bisher vorgebrachte Ansicht, dass voller Visus erst mit 5 Jahren einträte, halte er für methodisch bedingt (Decker, 1995a, S.16). Aus allen Untersuchungen kann jedoch die Schlussfolgerung gezogen werden, dass sich die wesentliche Entwicklung der Sehschärfe in den ersten zwölf Lebensmonaten vollzieht (Boergen u.a., 1985, S. 76).

2.3.1.2 Kontrastempfindlichkeit

Die Entwicklung der Kontrastempfindlichkeit ist von der Entwicklung der Fovea abhängig, welche für die Verarbeitung hoher Ortsfrequenzen verantwortlich ist. Eine Reaktion auf geringe Ortsfrequenzen ist bei Säuglingen unter einem Monat nicht zu finden (Grounds, 1996, S. 53). Ab dem zweiten Lebensmonat entspricht die Kontrastempfindlichkeitsfunktion dem Verlauf der entsprechenden Funktion eines Erwachsenen. Sie ist jedoch zu niedrigerer Ortsfrequenz und niedriger Kontrastempfindlichkeit hin verschoben (Berke, 1997, S.9). In der Weiterentwicklung der Fovea begründet das Wachstum der Zapfenaußenglieder eine Erhöhung im Mechanismus der Sensitivierung (Grounds, 1996, S. 53).

Nach Berke scheint sich die gesamte Kontrastempfindlichkeitsfunktion des Kindes zum Ende des dritten Lebensjahres der eines Erwachsenen angeglichen zu haben (Berke, 1997, S. 9). Grounds hingegen stützt sich auf Untersuchungen, wonach die Kontrastempfindlichkeitsfunktion von Vorschulkindern und Schulkindern zwar denen Erwachsener gleicht, aber die Gesamtkontrastempfindlichkeit bis zum 6. - 12. Jahr geringer als bei Erwachsenen ist. Dies bedeutet, dass Kinder zum Auflösen von Details einen höheren Kontrast benötigen (Grounds, 1996, S. 53).

2.3.1.3 Farbsehen

In der normalen menschlichen Netzhaut existieren drei verschiedene Sorten von Zapfen. Jeder der drei Zapfen enthält ein verschiedenartiges Photopigment. Das Farbsehen basiert auf dem Vergleich der Signale der drei Zapfenarten. Abhängig von der Entwicklung der Netzhaut und der funktionalen Präsenz der Photorezeptoren entwickelt sich die Qualität des Farbsehen. Nach der Geburt dominieren beim Sehen die Stäbchen. Ab der siebenten Woche sind die Zapfen soweit gereift, dass die Entwicklung des Farbsehens einsetzt. Eine, zwar noch nicht voll entwickelte, Dreifarbenunterscheidung ist etwa ab dem zweiten Monat möglich. Studien ergaben, dass sowohl Säuglinge und Kinder als auch Erwachsene farbige Stimuli denen grauer

Stimuli vorziehen. Ein 4,5-jähriges Kind bevorzugt die gleichen Farben wie Erwachsene. Sie geben Rot und Grün den Vorrang vor Blau. Gelb findet am wenigsten Gefallen (Hagerström-Potornoy, 1990, S. 449-451).

Die Entwicklung des Farbsehen ist nach Gottlob (Gottlob, 1999, S. 198) in vier Stufen aufgeteilt:

- 1. Monat: keine Antwort auf Farbenreize
- 2. Monat: Beginn der Farbdiskriminierung
- 3 Jahre: Fähigkeit, Farben zu ordnen
- 4 Jahre: Fähigkeit, Farben zu benennen

2.3.1.4 Fixation

Die Netzhaut eines Neugeborenen ist etwa bis zum zweiten Monat bis zu einer Exzentrizität von 5° unvollständig ausgebildet. Entsprechend wird in diesem Zeitraum auch mit periphereren Netzhautarealen gesehen. In den ersten Lebensphasen erfolgt die Fixation nur monokular alternierend. Dabei weicht das nichtfixierende Auge in der Regel ab. Während des ersten Monats verlängert sich die anfangs sehr kurze Fixationsdauer.

Das Erlernen der zentralen = foveolären Fixation verläuft analog der Entwicklung der Makulafunktionen. Gegen Ende des siebenten Lebensmonats ist eine zentrale = foveoläre monokulare Fixation möglich, welche dann mit Erreichen des 14. Lebensmonats gefestigt ist.

Die binokulare Fixation geht einher mit der Entwicklung der Auge-Hand-Koordination und beginnt zum Ende des zweiten Monats (Berke, 1997, S. 8). Von einer wirklich stabilen binokularen Fixation kann man erst nach einigen Jahren ausgehen (Cagnolati, 1987a, S. 76-77). Ältere Kinder zeigen bedingt durch den Aufmerksamkeitsfaktor und die geringere augenmotorische Kontrolle eine ungenauere Fixation als Erwachsene (Borsting, 1994, S. 38-39).

2.3.1.5 Die Entwicklung des Binokularsehens

Die monokulare und binokulare Entwicklung der Sehfunktionen laufen parallel ab. Eine Fusion lässt sich schon im fünften Monat nachweisen und erscheint gegen Ende des ersten Lebensjahres stabil. Die Entwicklung ist aber erst zum Ende des dritten Lebensjahres (Boergen, 1985, S. 71-82) bzw. im Alter von fünf bis sechs Jahren (Cagnolati, 1987a, S. 77) abgeschlossen. Allerdings werden Doppelbilder schon nach dem siebenten Monat als störend empfunden.

Angaben, wann das Stereosehen erstmals nachweisbar bzw. zu welchem Zeitpunkt diese Entwicklung abgeschlossen ist, sind je nach Untersuchungsmethoden sehr unterschiedlich. Untersuchungen bei sechsjährigen Kindern am Anaglyphentest (nach R. Sachsenweger), am Stereo-Fernprüfgerät (nach Römhild und Feldes modifizierter Entfernungsschätzprüfer) und am Stereo-Nahprüfgerät (Neukonstruktion nach Römhild und Feldes für 45cm Entfernung) ergaben 1985 keinen signifikanten Unterschied im stereoskopischen Sehen zu denen von Erwachsenen (Römhild, 1985, S. 343ff.). Daraus wurde geschlossen, dass die Entwicklung des Binokularsehens zu einem früheren Zeitpunkt als bis dahin angenommen abgeschlossen sein müsste.

Die bisherigen Messungen mit dem Preferential Looking (PL) und der Technik der visuell evozierten Potentiale (VEP) zur Untersuchung der Stereopsisentwicklung ergeben übereinstimmende Ergebnisse, dass die Stereopsis qualitativ erstmalig zwischen dem dritten bis vierten Monat auftritt. Ab der 14. Woche werden von den Kindern identische Bilder für beide Augen bevorzugt, da diese fusioniert werden können. Fusion und Stereopsis treten in diesem Alter gleichzeitig auf (Gottlob, 1999, S. 197). Dieses System entwickelt sich relativ rasch und kann bis zum sechsten Lebensmonat volle Leistungsfähigkeit erreichen (Boergen, 1985, S. 78-79).

Für die Entwicklung des Binokularsehens wird der Begriff der sensitiven Phase eingeführt. In der sensitiven Phase wird die funktionelle Organisation der Sehrinde durch Stimulation mit Sehreizen geprägt. Diese Organisation kann auch verändert werden, wenn die Stimulation nicht normal verläuft. Die sensitive Phase des Binokularsehen erstreckt sich über die ersten Lebensjahre hinaus und läuft erst nach dem 10. Lebensjahr aus. In den ersten Lebensmonaten kann schon eine kurze Unterbrechung des Binokularsehens schwere Folgen haben. Auch weit nach diesem Zeitraum können lange Unterbrechungen des Binokularsehens zu dessen irreparablen Verlust führen (Friedburg, 1995, S.399-400).

2.3.2 Visumotorische Entwicklung

2.3.2.1 Augenbewegungen

Augenbewegungen lassen sich mit Hilfe von Ultraschallaufnahmen bereits ab dem fünften Schwangerschaftsmonat nachweisen.

2.3.2.2 Blick-Folgebewegung

Die Blick-Folgebewegung gewährleistet eine gleichbleibende zentrale Abbildung bei der Beobachtung eines sich bewegenden Objektes. Über die Folgebewegungen gibt es bisher nur wenige quantitative Studien. Einige Autoren fanden glatte Folgebewegungen erst während der 7. – 8. Lebenswoche, andere Autoren konnten diese bereits kurz nach der Geburt nachweisen. Kommerell schreibt dazu, dass sich gleitende Folgebewegungen bei manchen Säuglingen schon kurz nach der Geburt feststellen lassen, jedoch nur, wenn das führende Objekt sehr langsam bewegt wird (Kommerell, 1995, S. 80).

2.3.2.3 Sakkaden

Peripher auftauchende Objekte werden von einem Säugling meist nicht in einem Zug angeblickt, sondern mit einer Serie kleiner Sakkaden (Kommerell, 1995, S. 79-80). Sakkaden werden auch als Blickzielbewegungen bezeichnet. Es sind schnelle Augenbewegungen, die der zentralen Abbildung eines ursprünglich peripher gesehenen Objektes dienen. Bei einem Erwachsenen setzen sie nach einer Latenzzeit von 180 – 200 ms ein (Lexikon der Optik, 1999). Bei Kindern setzt eine Sakkade erst nach einer Latenzzeit von 800 – 1500 ms ein.

Eine Blickzielbewegung wird unter natürlichen Bedingungen zum Teil auch als kombinierte Augen-Kopf-Bewegung ausgeführt. Bei einem Säugling ist der Anteil der Kopfbewegung größer als bei einem Erwachsenen. Bei einem Erwachsenen beginnt die Blickzielbewegung meist mit den Augen, gefolgt von der Kopfbewegung. Bei Säuglingen hingegen ist die Abfolge häufig umgekehrt. Dies sollte bis zum fünften Lebensjahr überwunden sein (Kommerell, 1995, S. 79-80).

2.3.2.4 Optokinetische Reizungen

Optokinetische Reizungen lassen sich bei manchen Säuglingen schon wenige Tage nach der Geburt feststellen. Bei anderen entwickeln sie sich erst im Laufe der ersten Wochen nach der Geburt (Kommerell, 1995, S.80). Bis etwa zum dritten Lebensmonat ist der Optokinetische Nystagmus (OKN) asymmetrisch. Es werden Stimuli mit Bewegungen von temporal nach nasal im Gegensatz zu Bewegungen von nasal nach temporal deutlich bevorzugt. Je nach Reizbedingungen wird der OKN mit etwa drei bis sechs Monaten symmetrisch. Diese OKN-Symmetrie tritt etwa gleichzeitig mit der Entwicklung der Binokularfunktion auf. Beide sind auf eine noch ungeklärte Art und Weise miteinander verknüpft. So entwickeln Amblyope oder Kinder mit frühkindlichem Schielsyndrom keine OKN-Symmetrie (Gottlob, 1999, S. 197-198).

2.3.2.5 Pupillenreflex

Die Pupillenreaktion setzt bereits mit der Geburt ein. Der Pupillendurchmesser ist mit zwei Monaten denen Erwachsener sehr ähnlich. Der bei jungen Säuglingen hochvariable Pupillendurchmesser ist vermutlich von Faktoren der Aufmerksamkeit und Wachsamkeit abhängig.

Die Auswertung von Film- und Videoaufnahmen haben deutlich gezeigt, dass die Pupillen von Säuglingen auf Helligkeit viel träger reagieren. Dies ist bestimmt durch eine verlängerte Latenzzeit und eine größere Amplitude im Vergleich zu denen Erwachsener (Grounds, 1996, S. 58). Die Schnelligkeit der Pupillenreaktion verbessert sich von der Geburt an bis zum Erwachsenenalter. Möglicherweise lässt sich dies auf eine Verbesserung der Motorik zurückführen (Schor, 1990, S. 78-79). Fehler bei der Entwicklung einer raschen Reflexreaktion in einem der beiden Augen sind generell ein Anzeichen für eine mögliche Amblyopie (Grounds, 1996, S. 58).

2.3.2.6 Abbildungstiefe

Die Abbildungstiefe des Auges eines Kindes liegt bis zum 6.-12. Lebensjahr bei ungefähr 1,5dpt und damit um 1,0-1,4dpt höher als bei Erwachsenen. Dies ist auf den anfänglich geringeren Pupillendurchmesser, die geringere Länge des Auges sowie die geringere Rezeptorendichte in der Fovea zurückzuführen. Die höhere Abbildungstiefe des Säuglingsauges ermöglicht eine teilweise Kompensation der angeborenen Hyperopie und eine Tolerierung größerer

Ungenauigkeiten der anfänglich noch nicht ausgereiften Akkommodation. Parallel mit der Reifung der Fovea und der Längenzunahme des Auges nimmt die Abbildungstiefe im ersten Lebensjahr ab. Im gleichen Maße reift die Akkommodation heran (Berke, 1997, S. 11).

2.3.2.7 Akkommodation

Hofstetter gibt eine Gleichung an, welche die Akkommodationsbreite in Abhängigkeit vom Lebensalter angibt (Hofstetter, 1950). Nach dieser Gleichung müsste ein Säugling zur Geburt eine Akkommodationsbreite von 18,5dpt haben. Diese Akkommodationsbreite reduziert sich alle drei Jahre um 1dpt, bis die Verhärtung der Augenlinsen mit etwa 53 Jahren vollendet ist. Trotz des hohen Potenzials an Akkommodationsbreite wird ein Neugeborener diese wegen der anfangs hohen Tiefensehschärfe seiner Augen nicht nutzen. Durch die zur Geburt geringe Sehschärfe sehen kleine Kinder über einen großen Entfernungsbereich gleich unscharf (Berke, 1997, S. 10, Barnard 1996, S. 57). Wegen der hohen Tiefensehschärfe führen größere Abstandsänderungen nicht zu einer wahrnehmbaren Änderung der Unschärfe, was eine Akkommodationsauslösung nicht notwendig macht. Während der ersten drei Monate verbessert sich das Ausmaß und die Genauigkeit der Akkommodation mit der Abnahme der hohen Tiefensehschärfe (Schor, 1990, S. 79-82).

So lange kein signifikanter unkorrigierter Brechwertfehler vorliegt, kann der Säugling auf einen breiten Abstandsbereich akkommodieren. Etwa im sechsten Lebensmonat entspricht die Genauigkeit der Akkommodation fast der bei Erwachsenen (Borsting, 1994, S. 36-37). Säuglinge mit hohen Brechwertfehlern, entweder hyperopische oder myopische, entwickeln wahrscheinlich mehr akkommodative Unregelmäßigkeiten bis hin zu einem Verlust an Schärfe und Kontrastempfindlichkeit. Es ist noch nicht geklärt, ob ein Akkommodations- oder Brechwertfehler der unmittelbar auslösende Faktor ist. Denkbar ist, dass beide Faktoren eine Rolle spielen (Grounds, 1996, S. 57-58).

2.3.2.8 Vergenzen (tonische, fusionale, akkommodative)

Die Fähigkeit der Vergenzänderung beim Blick in unterschiedliche Entfernungen verbessert sich während der ersten 3-4 Lebensmonate. Dies erfordert eine übereinstimmende Zusammenarbeit der einzelnen Vergenzkomponenten. Diese Komponenten sind die tonische, fusionale und akkommodative Vergenz. Sie haben jedoch nicht den gleichen Entwicklungsverlauf.

Die **tonische Vergenz** ist eine durch den Tonus der äußeren Augenmuskeln bedingte Vergenz. Durch diese werden die Augen im wachen Zustand in die vor dem Einsetzen von akkommodativer und/oder fusionaler Vergenz vorhandene Vergenzstellung gebracht (Goersch, 1996, S. 231). Die tonische Vergenz ändert sich während der ersten Lebensjahre auf Grund ständiger Neuanpassungen an die anatomischen Veränderungen des Kopfes und des Gesichts (Berke, 1997, S.11).

Die **akkommodative Vergenz** ist an die Akkommodation gekoppelt und wird durch diese hervorgerufen (Goersch, 1996, S. 102). Die akkommodative Vergenz entwickelt sich mit dem Einsetzen der Akkommodation. Erste akkommodative Vergenzerwiederungen konnten im 2. – 3. Monat beobachtet werden. Die akkommodative Vergenzreaktion verbessert sich bis zum sechsten Monat stetig und gleicht etwa im siebenten Monat der Vergenz von Erwachsenen (Grounds, 1996, S. 62).

Die **fusionale Vergenz** wird durch einen Fusionsreiz hervorgerufen. Sie setzt erst mit der Entwicklung der Fusion und Stereopsis ein und entwickelt sich parallel etwa ab dem dritten Lebensmonat (Borsting, 1994, S. 37-38). Die anfänglichen Ungenauigkeiten der fusionalen Vergenz werden durch die, für kleine Kinder charakteristischen, großen Panumbereiche ausgeglichen (Berke, 1997, S.11).

3 Sehfehler

Sehfehler und Augenstellungsfehler können die visuelle Wahrnehmung und die Effizienz von Sehfunktionen beeinträchtigen und sich damit auf den Leselernprozess auswirken. Größere Anstrengungen zum Ausgleich der in diesem Kapitel beschriebenen Sehfehlern, Augenstellungsfehler oder Probleme im Akkommodations-Vergenzverhältnis können asthenopische Beschwerden hervorrufen, welche auch häufig Kinder mit Leserechtschreibschwäche plagen.

3.1 Asthenopische Beschwerden

Asthenopische Beschwerden sind primär nicht krankheitsbedingte Anstrengungsbeschwerden (Hartmann, 1984, S. 185). Sie äußern sich als Druck- oder Schmerzgefühl in den Augen, Stirn oder Kopf, sowie Augenbrennen, Müdigkeit in den Augen, Photophobie, Schwindel, Unlustgefühle, Unschärfe, mangelnde Ausdauer bei Naharbeit oder beim Lesen. Bei manchen Menschen können diese Beschwerden bis zu Übelkeit und Erbrechen führen (Rüßmann, 1995b, S. 178, Barnard, 2000, S. 30). Asthenopische Beschwerden treten sehr oft bei längerem Lesen, Nah- oder Bildschirmarbeit und Ermüdung auf. Der asthenopische Kopfschmerz macht sich zudem erst im Laufe des Tages mit ansteigendem Schmerz bemerkbar. Im ausgeruhten Zustand, bei Schulkindern zum Beispiel am Wochenende und in den Ferien, sind die betroffenen Personen frei von den Beschwerden. Eine Korrektur von vorhandenen Sehfehlern lässt asthenopische Beschwerden oft schon nach kurzer Zeit verschwinden.

3.2 Monokulare Fehlsichtigkeiten

Monokulare Fehlsichtigkeiten beschreiben den Zustand eines Auges, bei dem der Fernpunkt des akkommodationslosen Auges nicht im Unendlichen liegt. Auf der Netzhaut entsteht ein unscharfes Bild, wodurch es zu Sehproblemen in der Ferne und Nähe kommen kann.

3.2.1 Myopie

Bei einer Myopie ist das Auge im Verhältnis zu seinem Brechwert zu lang. Der Fernpunkt eines myopen akkommodationslosen Auges liegt in endlicher Entfernung reell vor dem Auge. Ein unendlich entferntes Objekt wird auf der Netzhaut unscharf abgebildet, weil der bildseitige Brennpunkt des Auges vor der Netzhaut im Inneren des Auges liegt.

Diese Fehlsichtigkeit ist nicht akkommodativ ausgleichbar. Denn eine Akkommodation des myopen Auges hätte zur Folge, dass sich der bildseitige Brennpunkt des Auges noch weiter vor die Netzhaut schiebt. Dabei würden die Zerstreuungskreise auf der Netzhaut noch größer werden und der Visus sich weiter verringern.

3.2.2 Hyperopie

Bei einer Hyperopie ist das Auge im Verhältnis zu seinem Brechwert zu kurz. Der Fernpunkt eines hyperopen akkommodationslosen Auges liegt in endlicher Entfernung virtuell hinter dem Auge. Ein unendlich entferntes Objekt wird auf der Netzhaut unscharf abgebildet, weil der bildseitige Brennpunkt des Auges hinter der Netzhaut liegt.

Die Hyperopie kann durch Akkommodation, welche den Brechwert der Augenlinse erhöht, teilweise oder ganz ausgeglichen werden. Darüber hinaus unterscheidet man anhand der Messbarkeit zwei Formen der Hyperopie, die manifeste und die latente. Die manifeste Hyperopie ist der Teil der Hyperopie, welcher mit Hilfe der objektiven und subjektiven Refraktionsbestimmung messtechnisch ermittelt werden kann und in Abhängigkeit vom Alter durch Akkommodation ausgeglichen werden kann oder nicht. Die latente Hyperopie ist der Teil der Hyperopie, welcher messtechnisch nicht quantifiziert werden kann, da die Akkommodation nicht vollständig gelöst werden kann. Selbst bei der Anwendung von Zykloplegika (Medikamente, welche die Akkommodation aufheben, beispielsweise Atropin oder Cycloplendolat), verbleibt in Abhängigkeit vom cycloplegischen Medikament, oft eine nicht immer genau bekannte Restakkommodation (Vogel; Berke, 1998, S. 48).

Kindern ist es möglich, eine geringgradige Hyperopie durch Akkommodation auszugleichen. Eine durch Akkommodation ausgeglichene Hyperopie kann aber asthenopische Beschwerden wie Unschärfe, Kopfschmerzen, Augenreizungen oder Lichtempfindlichkeit hervorrufen (Schroth, 2000a, S. 3).

3.2.3 Anisometropie und Aniseikonie

Als Anisometropie wird eine unterschiedliche Fernpunktrefraktion in beiden Augen bezeichnet. Es wird zwischen Längen- und Brechwert-Anisometropie unterschieden. Bei der Längen-Anisometropie unterscheiden sich beide Augen in ihrer Baulänge, besitzen aber den gleichen Brechwert. Bei der Brechwert-Anisometropie unterscheiden sich beide Augen in ihrem Brechwert, besitzen aber die gleiche Baulänge. Die unterschiedlichen Brechwerte können zu

einer ungleichen visuellen Wahrnehmung von Größe und Form desselben Objektes führen. Dies wird als optische Aniseikonie bezeichnet. Ein Brechwertunterschied von 0,25dpt führt zu einem Bildgrößenunterschied von 0,5%. Allgemein wird ein Bildgrößenunterschied von 4% als maximal tolerierbar eingestuft, dies sicherlich in Abhängigkeit vom Binokularbefund (siehe Kapitel 5.1.3). Die unterschiedlichen Bildgrößen erschweren das Fusionieren und verschlechtern damit das Binokularsehen bis hin zu Doppelbildern. Das alles kann zu asthenopischen Beschwerden führen.

3.2.4 Astigmatismus

Ein astigmatisch fehlsichtiges Auge bewirkt eine nichtpunktförmige Abbildung eines Objektpunktes auf der Netzhaut. Es wird der Astigmatismus regularis und der Astigmatismus irregularis unterschieden.

3.2.4.1 Astigmatismus regularis

Bei einem Astigmatismus regularis wird das optische System des Auges durch zwei aufeinander senkrecht stehende Hauptschnitte beschrieben, welche den maximalen und minimalen Brechwert haben. Dabei weisen im Allgemeinen sowohl die Meridiane der Hornhaut als auch die der Augenlinse (seltener) die unterschiedlichen Brechwerte bzw. Krümmungsradien auf. Der Astigmatismus der Augenlinse ist selten viel größer als 1dpt, der Hornhautastigmatismus ist dagegen häufig auch verbreitet größer als 1dpt.

Der Astigmatismus regularis wird nach der Lage der Hauptschnitte und nach der Lage der Bildlinien relativ zur Netzhaut unterschieden. Die Unterscheidungen sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt.

- A. rectus:	Der schwächer brechende Hauptschnitt liegt waagrecht.
- A. inversus:	Der schwächer brechende Hauptschnitt liegt senkrecht.
- A. obliquus:	Die beiden Hauptschnitte liegen schief ($45^\circ \pm 30^\circ$ und $135^\circ \pm 30^\circ$).

Tabelle 1: Unterscheidung des Astigmatismus regularis nach der Lage der Hauptschnitte (Goersch, 1996)

- A. compositus myopicus:	Beide Bildlinien liegen vor der Netzhaut.
- A. simplex myopicus:	Eine Bildlinie liegt vor der Netzhaut, die andere darauf.
- A. mixtus:	Eine Bildlinie liegt vor der Netzhaut, die andere dahinter.
- A. simplex hyperopicus:	Eine Bildlinie liegt auf der Netzhaut, die andere dahinter.
- A. compositus hyperopicus:	Beide Bildlinien liegen hinter der Netzhaut.

Tabelle 2: Unterscheidung des Astigmatismus regularis nach der Lage der Bildlinien relativ zur Netzhaut (Goersch, 1996)

3.2.4.2 Astigmatismus irregularis

Von einem Astigmatismus irregularis spricht man, wenn für die gesamte Hornhaut keine einheitlichen Hauptschnitte existieren. Dies kann entstehen, wenn durch eine unregelmäßige Form der Hornhaut eine Vielzahl von verschiedenen Brechwerten und astigmatischen Zonen entsteht. Ursache können Hornhauterkrankungen wie Geschwüre, Narben oder ein Keratokonus sein. Eine nähere Betrachtung übersteigt den Rahmen dieser Arbeit und soll deshalb hier nicht erfolgen.

3.3 Störungen im Binokularsehen

3.3.1 Normales Binokularsehen

Unter Binokularsehen versteht man alle Arten von simultanem Sehen eines Objektes mit beiden Augen. Das Binokularsehen wird in drei Qualitätsstufen unterteilt:

Die 1. und unterste Stufe stellt das Binokularsehen ohne Fusion dar. Hierbei werden die Seheindrücke beider Augen zwar gleichzeitig wahrgenommen, aber es entsteht kein einheitlicher Seheindruck. Die 2. Stufe ist das Binokularsehen mit Fusion. Dabei werden die gleichzeitig wahrgenommenen Bilder beider Augen zu einem gemeinsamen Seheindruck verschmolzen. Die 3. Stufe ist die höchste Stufe des Binokularsehens, das Binokularsehen mit Stereopsis. Es entsteht ein gemeinsamer binokularer Seheindruck mit räumlicher Tiefe. Die für die höchste Qualität des Binokularsehens notwendige Fusion und Stereopsis sollen im Folgenden näher erklärt werden.

3.3.1.1 Fusion

Die Fusion ist der Vorgang, der zur Verschmelzung der Bildeindrücke beider Augen führt. Sie besteht aus einer motorischen und sensorischen Komponente.

Die motorische Fusion ist eine durch einen Fusionsreiz ausgelöste gegensinnige Bewegung beider Augen (Vergenz). Die Augenstellung ändert sich durch Muskelenergie.

Die sensorische Fusion ist die im Gehirn stattfindende Verschmelzung der Bildeindrücke beider Augen ohne Vergenz. Die Verschmelzung findet sowohl bei bizentraler = bifoveolärer Abbildung der Bildpunkte auf Netzhautstellen mit gleichem Richtungswert als auch bei Abbildung der Bildpunkte auf disparaten, aber noch innerhalb der Panumbereiche liegenden, Netzhautstellen statt.

3.3.1.2 Stereopsis

Stereopsis ist räumliches Sehen, welches ausschließlich durch querdisparate Abbildung von Objektpunkten auf der Netzhaut verursacht wird, und ist daher nur binokular möglich. Das Binokularsehen mit Stereopsis wird in drei Gruppen unterteilt. Neben dem einfachen Binokularsehen mit Stereopsis unterscheidet man das normale und das ideale Binokularsehen.

Normales Binokularsehen ist gegeben, wenn bei normaler retinaler Korrespondenz (NRK) für alle Blickrichtungen in Ferne und Nähe Fusion mit Stereopsis besteht. Das ideale Binokularsehen ist normales Binokularsehen mit bizentraler = bifoveolärer Abbildung innerhalb des zentralen = foveolären Panumbereichs.

3.3.2 Binokulare Fehlsichtigkeiten

Eine Beeinträchtigung des Binokularsehens kann refraktive, motorische und sensorische Ursachen haben. In einigen Fällen ist ein Selbstaussgleich der Beeinträchtigung möglich, in anderen Fällen sind die Sehfunktionen eingeschränkt. Daraus resultiert häufig eine erhöhte Beanspruchung für das visuelle System, welche Einschränkungen des allgemeinen Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit mit sich bringen kann (Methling, 1996, S. 47).

3.3.2.1 Heterophorie

Als Heterophorie wird der Zustand eines Augenpaares bezeichnet, bei dem die fusionsreizfreie Ruhestellung von der Orthostellung abweicht, die Augen aber bei Anwesenheit von Fusionsreizen in eine Arbeitsstellung gehen. Die in diesem Zusammenhang verwendeten Begriffe sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die Binokularprüfung wird unter Abwesenheit von Fusionsreizen durchgeführt, zum Beispiel mit dem Maddox Verfahren.

Orthostellung	Diejenige Vergenzstellung, bei der sich die Fixierlinien beider Augen im angeblickten Objektpunkt schneiden (Fixierlinien Orthostellung) und die Vertikalmeridiane beider Augen zueinander parallel sind.
Orthophorie	Der Zustand eines Augenpaares, bei dem die fusionsreizfreie Vergenz-Ruhestellung und die Orthostellung übereinstimmen.
Fusionsreizfreie Ruhestellung	Ruhestellung bei Abwesenheit von Fusionsreizen.

Tabelle 3: Bezeichnungen von ausgezeichneten Vergenzstellungen (Goersch, 1996)

3.3.2.2 „dissociated phoria“ und „associated phoria“

In der internationalen ophthalmologischen und optometrischen Fachliteratur wird die Heterophorie weiter unterteilt. Man trennt zwischen „dissociated phoria“ und „associated phoria“.

Die Definition der „dissociated phoria“ entspricht mit der Abweichung der fusionsreizfreien Ruhestellung von der Orthostellung der Definition der Heterophorie.

Die „associated phoria“ beschreibt die Abweichung der optometrischen Ruhestellung von der Orthostellung. Die optometrische Ruhestellung ist die Ruhestellung, die bei hohen Sehanforderungen in Anwesenheit von Fusionsreizen gemessen wird. Um diese weltweit übliche Unterscheidung auch in der deutschen Fachsprache wieder zu ermöglichen, wurde der Begriff Winkelfehlsichtigkeit eingeführt (Goersch, 1995, S.11-12).

In Anbetracht dieser zwei Bezeichnungen für ein und die selbe Definition wurde im Rahmen dieser Arbeit der Doppelbegriff „assozierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit“ (AP=WF) eingeführt. Auch bei den weiteren in diesem Zusammenhang stehenden Begriffen werden diese als Doppelbegriff verwendet. Die wichtigsten Definitionen sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Optometrische Ruhestellung	Die optometrische Ruhestellung ist eine Fixierlinien-Hell-Ruhestellung, die bei hohen Sehanforderungen und bei Anwesenheit von Fusionsreizen in allen Bereichen der Netzhaut gemessen wird.
Winkelrechtsichtigkeit	Die optometrische Ruhestellung stimmt mit der Fixierlinien- Orthostellung überein. Liegt in der optometrischen Ruhestellung bizenrale = bifoveoläre Bildlage für den fernen Fixationspunkt vor, dann werden binokulare Sehaufgaben mit geringstmöglichem Energieumsatz bewältigt.
Eso-AP=WF	Abweichung der optometrischen Ruhestellung von der Fixierlinien-Orthostellung nach innen. Die Fixierlinien neigen in eine konvergente Stellung. Es besteht ein fusionaler Divergenzbedarf.
Exo-AP=WF	Abweichung der optometrischen Ruhestellung von der Fixierlinien-Orthostellung nach außen. Die Fixierlinien neigen in eine divergente Stellung. Es besteht ein fusionaler Konvergenzbedarf.
Vertikal-AP=WF	Abweichung der optometrischen Ruhestellung von der Fixierlinien-Orthostellung in der Höhe. Es besteht ein fusionaler Vertikalvergenzbedarf.
Zyklo-AP=WF	Gegenläufige Verrollung der Vertikalmeridiane beider Augen um die Achsen, die ungefähr mit den Fixierlinien zusammen fallen.
Fixationsdisparation (FD)	Bezeichnet den Zustand des normalen binokularen Einfachsehens, bei dem der Fixationspunkt im Begleitaug mit einer Disparation innerhalb des zugehörigen Panumbereiches abgebildet wird. Es wird unterschieden zwischen Fixationsdisparation erster Art (FD I) und Fixationsdisparation zweiter Art (FD II).
FD I	FD mit bizentraler = bifoveolärer Korrespondenz.
FD II	FD mit disparater Korrespondenz.

Tabelle 4: Bezeichnungen von Zuständen im Zusammenhang mit assoziierter Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF) (Goersch, 1996)

3.3.2.3 assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF)

Die assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF) bezeichnet den Zustand eines Augenpaares, bei dem in der optometrischen Ruhestellung ein lateraler Bildlagefehler vorhanden ist. Die Binokularprüfung wird unter Anwesenheit von Fusionsreizen durchgeführt, zum Beispiel nach der Mess- und Korrektionsmethodik nach H.-J. Haase (MKH). Das Auge befindet sich dabei in der optometrischen Ruhestellung. Die Messung findet mit Sehproben mit hohen Sehanforderungen statt und mit Fusionsreizen überall.

AP=WF sind definitionsgemäß Ruhestellungsfehler des Augenpaares, die im natürlichen Sehen durch Fusion ausgeglichen werden. Sie sind meist nicht sichtbar. Voraussetzung ist das Vorhandensein von Binokularsehen mindestens der zweiten Stufe.

Ein Ausgleich der AP=WF ist oft vollständig durch motorische Kompensation möglich. Dieser muskuläre Ausgleich ist eine Dauerbelastung für den Organismus und kann vielfach zu Anstrengungsbeschwerden wie Ermüdung, Konzentrationsschwierigkeiten, Kopfschmerz und/oder Augenreizungen führen.

Um einen Teil der motorischen Kompensation zu sparen, kann die AP=WF oder Teile der AP=WF auch durch sensorische Fusion ausgeglichen werden. Damit werden zwar die Anstrengungsbeschwerden geringer, aber es entsteht ein verschlechtertes dynamisches Sehen, vermehrte Sehruhe und schlechtere Stereopsis. Man spricht bei dieser Anpassung von einer Fixationsdisparation. Dabei auftretende Sehprobleme sind Nahsehruhe, Schwierigkeiten mit dem Focuswechsel, Probleme bei Blickfolgebewegungen, schlechtes räumliches Sehen, Lichtempfindlichkeit und/oder zeitweiliges Doppeltsehen (Schroth, 2000a, S. 4; Cagnolati, 1987b, S. 157ff.).

3.3.3 Binokularsehen in der Nähe

Die Einstellung des Auges auf nahe Objekte entsteht durch Akkommodation. Die Akkommodation und die akkommodative Konvergenz sind miteinander gekoppelt. Wird durch Annäherung eines Objektes Akkommodation ausgelöst, so wird damit eine akkommodative Konvergenz bewirkt. Umgekehrt wird aber auch durch Konvergenz eine Akkommodation ausgelöst. Der Grad der Koppelung zwischen Akkommodation und akkommodativer Konvergenz wird durch den ACA-Gradienten (accommodative convergenz to accommodation ratio) oder den ACA-Quotienten beschrieben. Der ACA-Wert gibt an, wie viel cm/m akkommodative

(ACA-Gradient) und gegebenenfalls psychische (ACA-Quotient) Vergenz mit einer Änderung des Akkommodationszustandes um eine Dioptrie gekoppelt ist. Der ideale ACA-Quotient ist gleich dem individuellen Pupillenabstand.

Akkommodation	Die Akkommodation bezeichnet den Vorgang der Brechwertänderung eines Auges durch das Akkommodationssystem zur Einstellung auf eine bestimmte Objektentfernung.
Akkommodationsnahpunkt	Der Akkommodationsnahpunkt ist derjenige Punkt, auf den ein Auge bei höchstem Brechwert seines optischen Systems eingestellt ist.
Konvergenz	Die Konvergenz ist eine gleichgroße Einwärtsbewegung der Fixierlinien beider Augen (positive Horizontalvergenz).
Akkommodative Konvergenz	Die akkommodative Konvergenz wird lediglich durch die Koppelung an die Akkommodation hervorgerufen.
Proximale Konvergenz	Die proximale Konvergenz wird lediglich durch die Vorstellung der Nähe hervorgerufen.
Konvergenznahpunkt	Der Konvergenznahpunkt ist der dem Augenpaar nächstgelegene Punkt, in dem sich die Fixierlinien beider Augen schneiden können. Er liegt bei Kindern normalerweise ungefähr 8-10cm vor den Augen.
Divergenz	Die Divergenz ist eine gleichgroße Auswärtsbewegung der Fixierlinien beider Augen (negative Horizontalvergenz).

Tabelle 5: Begriffe im Zusammenhang mit der Einstellung des Auges auf unterschiedliche Objektentfernungen (Goersch, 1996)

3.3.4 Anomalitäten von Akkommodation und Konvergenz

Vergleicht man die Augenruhestellung bei Fern- und Nahfixation, wird man feststellen, dass diese sowohl bei einer Eso-AP=WF, und Exo-AP=WF als auch bei einer Orthophorie unterschiedlich sein kann. Diese Änderungen der Ruhestellungsfehler lassen eine anomale Beziehung zwischen Akkommodation und akkommodativer Konvergenz vermuten (Rüßmann, 1995a, S. 462) und werden mit den Begriffen Vergenzexzess und Vergenzinsuffizienz beschrieben. Zusätzlich kann eine Akkommodationsstörung vorliegen. Folgende Einstufungen von Vergenzabweichungen und Akkommodationsstörungen gibt es (Barnard, 2000).

3.3.4.1 Divergenzexzess:

Ein Divergenzexzess ist der Zustand einer nicht kompensierten Exo-AP=WF in der Ferne und einer geringeren oder gut kompensierten Exo-AP=WF in der Nähe. Diese ist in der Nähe immer kleiner als 7cm/m (Cagnolati, 2000). Die Ätiologie hierfür sind tonische und anatomische Faktoren sowie anomale Fusionsreserven. Der Konvergenznahpunkt kann normal oder unzulänglich sein. Der ACA - Quotient ist größer als der Pupillenabstand.

3.3.4.2 Divergenzinsuffizienz:

Eine Divergenzinsuffizienz ist der Zustand einer nicht kompensierten Eso-AP=WF in der Ferne und einer geringeren oder gut kompensierten Eso-AP=WF in der Nähe. Der ACA - Quotient ist kleiner als der Pupillenabstand.

3.3.4.3 Konvergenzexzess:

Der Konvergenzexzess wurde 1862 erstmalig von van Graefe beschrieben (Cagnolati, 2000). Er ist die für eine Objektentfernung zu starke akkommodative und proximale Konvergenz eines Augenpaares. Es ist der Zustand einer Orthophorie oder einer geringen Eso-AP=WF in der Ferne und einer stärkeren Eso-AP=WF in der Nähe. Der Konvergenzexzess ist ein Dauerzustand bei einer un- oder unterkorrigierten Hyperopie, er kann auch psychosomatischer Natur sein (Barnard, 2000, S. 2; Berke, 2000, S.32). Der ACA - Quotient ist größer als der Pupillenabstand.

3.3.4.4 Konvergenzinsuffizienz:

Eine Konvergenzinsuffizienz ist die für eine Objektentfernung nicht ausreichende akkommodative und proximale Konvergenz eines Augenpaares. Die Konvergenzinsuffizienz kann von vielfältiger Ursache sein, beispielsweise unkorrigierte Myopie, Anisometropie, hohe Hyperopie und hoher Astigmatismus. Weitere ätiologische Faktoren können zu Grunde liegen:

- Inaktivität der akkommodativen Konvergenz
- Anatomische Faktoren
- Strabismus
- Inaktivität des Auges
- Vertikal-AP=WF

- Debität
- Paralytische Konvergenz
- physikalische (Vergiftungen, Erkrankungen) oder psychische Ursachen

Der Konvergenznahpunkt liegt häufig weiter vor dem Auge als normal (Barnard, 2000, S. 3ff.).
Der ACA-Quotient ist kleiner als der Pupillenabstand.

3.3.4.5 Beeinträchtigungen der Akkommodation

Die Akkommodation kann aus vielfältigen Gründen beeinträchtigt sein. Die wichtigsten sind im Folgenden aufgelistet:

- Akkommodationsinsuffizienz
- Akkommodationsermüdung
- Akkommodationsträgheit
- Akkommodationsparese
- Akkommodationsspasmus

Eine verminderte Akkommodation, Konvergenzexzess und Konvergenzinsuffizienz können asthenopische Beschwerden hervorrufen und besondere Probleme beim Nahsehen bereiten.

Schon im Kindesalter ist es möglich, dass ein Brechwertzuwachs der Augenlinse nicht den Anforderungen entsprechend erreicht wird. Die Anzeichen einer solchen Akkommodationsschwäche sind eine herabgesetzte Akkommodationsbreite gegenüber der Altersnorm. Die Akkommodationsschwäche verursacht Unschärfe in der Nähe und durch die fortdauernde gesteigerte Innervation des Ziliarmuskels asthenopische Beschwerden und bisweilen einen Konvergenzexzess (Barnard, 2000, S. 3; Rüßmann, 1995a, S. 462).

Der Konvergenzexzess wird differenziert in einen akkommodativen und einen nichtakkommodativen Konvergenzexzess. Letzterer ist nicht durch zusätzliche Plusgläser beeinflussbar. Es bleibt im Wesentlichen nur eine operative Behandlung. Ein akkommodativer Konvergenzexzess lässt sich in vielen Fällen durch Vorschalten von Plusgläsern im Sinne einer zusätzlichen Nahkorrektur ausgleichen (Decker, 1995b, S. 222-224). Durch diese Nahkorrektur wird die Akkommodation verringert und der dementsprechende Konvergenzanteil geringer. Dies führt in bestimmten Fällen zu einer wesentlichen Erleichterung für den Patienten (Methling, 1996, S. 113).

Bei der Konvergenzinsuffizienz liegt der Nahpunkt des Kindes zu weit vor den Augen und kann zu Problemen beim Lesen führen. Eine schwache Konvergenz kann durch Training verbessert werden (siehe Kapitel 5.4.2).

H.-J. Haase (Haase, S. 130-136, 209, 231) führt die meisten Fälle von Nahsehproblemen wie Konvergenzinsuffizienz und Konvergenzexzess auf unentdeckte und damit unkorrigierte Exo-AP=WF bzw. Eso-AP=WF in der Ferne zurück. Des Weiteren gibt es einige wenige größere Konvergenzinsuffizienzen, welche auf pathologische Ursachen zurückzuführen sind, Anzeichen einer Konvergenzlähmung zeigen und damit in ärztliche Behandlung gehören. Auch Lie (Lie, 1993, S. 12) führt beeinträchtigte Vergenz- und Akkommodationsfähigkeiten auf eine sensorische und motorische Kompensation primärer Sehfehler (refraktive Fehler und assoziierte Phorien = Winkelfehlsichtigkeiten oder Tropien) zurück.

3.3.5 Strabismus

Strabismus ist gleichbedeutend mit der Heterotropie und beschreibt den Zustand eines Augenpaares, bei dem die fusionsreizfreie Ruhestellung von der Orthostellung abweicht und die Augen auch bei Anwesenheit von Fusionsreizen nicht in eine Arbeitsstellung gehen. Das heißt, dass der Ruhestellungsfehler im normalen Sehen nicht kompensiert wird. Meist wird dann der Seheindruck des abweichenden Auges vom Gehirn unterdrückt. Dies bedeutet für die Sehentwicklung des Kindes dann auch, dass das abweichende Auge nicht mehr am Sehprozess beteiligt wird und im ungünstigsten Fall amblyop wird und bleibt. In Einzelfällen entwickelt sich ein weniger leistungsstarkes Ersatzsehen des Binokularsehens, die sogenannte anomale retinale Korrespondenz (ARK) mit einem Korrespondenzzentrum außerhalb des zentralen = foveolären Panumbereichs. Liegt das Korrespondenzzentrum immer in ein und dem selben Auge außerhalb des zentralen = foveolären Panumbereichs, kann eine exzentrische Fixation entstehen, bei welcher das angeblickte Objekt auch im Monokularsehen nicht auf die Foveamitte abgebildet wird. Kinder mit Strabismus haben häufig nur geringe Lese-Rechtschreibprobleme, da meist nur monokular gesehen wird.

3.4 Augenerkrankungen bei Kindern

Viele Augenkrankheiten treten bereits im Kindesalter auf. Häufig gehen sie mit einer starken Herabsetzung des Sehvermögens einher, welches die Entwicklung des Sehens stark beeinflussen kann. Während der kritischen Entwicklungsphase des Sehens kann dies zu einer Herabsetzung von visuellen Funktionen führen, die auch in späteren Lebensjahren nicht wieder erlernbar sind. Ein frühes Erkennen von Augenkrankheiten ermöglicht durch eine sofortige Behandlung eine Verbesserung der Prognose. Aus diesem Grunde ist es wichtig, vor jeder Augenüberprüfung durch eine Anamnese und Untersuchung abzuklären, ob der Verdacht einer Augenkrankheit vorliegt und das Kind gegebenenfalls an einen Augenarzt zu verweisen ist.

Einen aktuellen Überblick über die am meisten relevanten erblichen Netzhaut- und Papillenerkrankungen, welche das Sehen zum Zeitpunkt oder kurz nach der Geburt beeinflussen, gab die Optometristin Sherry J. Bass auf dem Jahreskongress 1999 der American Academy of Optometry (Bass, 2000, S. 22-23). Im Folgenden sind die wichtigsten dieser Erkrankungen aufgezählt:

1. Stargardt Makuladystrophie - Fundus Flavimaculatus (zum Bereich der Degenerationen und Dystrophien am Augenhintergrund gehörend)
2. Muster Dystrophien des RPE
3. Vitelliform Dystrophie (Best's Erkrankung)
4. Pseudovitelliforme Macula Dystrophie (Erwachsenen Best's)
5. Zentrale areolare Chorioidale Dystrophie
6. Stäbchen(farben)blindheit (Achromatopsie)
7. Congenitaler Nystagmus
8. Zapfen-Dystrophie
9. Stäbchen/ Zapfen-Dystrophie (zentrale oder inverse Retinitis Pigmentosa)
10. x-gebundene juvenile Retinoschisis
11. Albinismus (Stoffwechseldefekt)
12. Congenitale Toxoplasmose
13. Toxocara Canis

14. Diffuse unilaterale subacute Neuroretinitis
15. Optikus Neuropathie
16. Ererbte Optikus-Atrophien
17. Autosomal Dominant oder Juvenile Optikus Atrophie
18. Leber´s ererbte Optik Neuropathie (mitochondriale Stoffwechselstörung)
19. Autosomal dominante und rezesive congenitale Optik Atrophie
20. Behr´s Optik Atrophie
21. Congenitale Papillen Hypoplasie
22. „Morning Glory“-Syndrom

Nach der Geburt, besonders in den ersten zwei Lebensjahren, können Erkrankungen des Gesamtkörpersystems Auswirkungen auf das Sehen haben. Dazu zählen infektiöse oder fieberhafte Erkrankungen wie zum Beispiel Scharlach, Keuchhusten, Masern, Grippe u.a. (Schenk-Danzinger, 1991, S. 80).

4 Untersuchungsmethoden

Bei der Wahl der Untersuchungsmethoden müssen das Alter und kindspezifische Besonderheiten berücksichtigt werden. So spielen Verständigungsprobleme zwischen Kind und Prüfer, die geringere Konzentrationsfähigkeit der Kleinen und die individuelle geistige Reife eine große Rolle. Dementsprechend kommen andere Testverfahren als bei Erwachsenen zur Anwendung. Abhängig vom Alter sollte versucht werden, das Kind in die Augenuntersuchung mit einzubeziehen. Das Kind kann zum Beispiel bei einigen monokularen Überprüfungen das zweite Auge selber mit der Hand abdecken. Dabei sollte das Kind immer wieder gelobt und ihm deutlich gemacht werden, wie wichtig seine Hilfe ist.

4.1 Sehschärfenbestimmung

4.1.1 Verfahren bei Säuglingen und Kleinkindern bis zu zwei Jahren

Ein Kind im ersten Lebensjahr kann noch nicht reden und ist nicht in der Lage sich mitzuteilen, was und wie es sieht. Eine funktionierende Kommunikation zwischen Proband und Prüfer ist aber Voraussetzung für eine subjektive Prüfung der Sehfunktionen. Dies ist erst frühestens ab vollendetem zweiten Lebensjahr möglich. In diesem Alter sind aber schon wesentliche Funktionen des visuellen Systems entwickelt. Dementsprechend sollten eventuelle Fehlentwicklungen auch schon im ersten Lebensjahr erkannt und wenn notwendig positiv beeinflusst werden (Cagnolati, 1988, S. 12).

Forschungsergebnisse belegen, dass Säuglinge schon vor dem dritten Lebensmonat in der Lage sind, Muster (Gesichtszüge, Streifen u.ä.) zu erkennen. Werden die Reaktionen des Babys erkannt und verstanden, kann man Rückschlüsse auf die Sehfähigkeiten ziehen (Cohen, 1985, S. 15). Einige Testverfahren machen sich dies zu nutze und ermöglichen eine Überprüfung der Augen im frühen Kindesalter.

Nach Gottlob (Gottlob, 1999, S. 194) sind die am häufigsten angewandten Verfahren das der visuell evozierten Potentiale, das Preferential Looking und der Optokinetische Nystagmus. Bei diesen Methoden werden zur Stimulation unterschiedlich breite weiße und schwarze Streifen verwendet. Damit wird bei diesen Tests die Gittersehschärfe bestimmt, welche nur bedingt mit der Optotypensehschärfe vergleichbar ist. Während bei der Visus-Bestimmung mit Optotypen diese erkannt werden müssen (recognition acuity), wird bei der Gittersehschärfe allein die Wahrnehmung der Muster gemessen (resolution acuity). Dennoch sind die erhaltenen Messwerte

relativ zuverlässig ineinander umrechenbar (Gottlob, 1999, S. 194 und Haase, W.; Rassow, B., 1995, S. 105).

In Deutschland wird über visuell evozierte Potentiale und das Preferential Looking viel publiziert, es findet jedoch in der augenoptischen Praxis wenig Anwendung. Noch 1987 wurde beispielsweise das Preferential Looking bei nur drei Augenoptikern/Optomern in Deutschland angewandt, heute ist die Zahl der Anwender auf schätzungsweise 50 angestiegen (Cagnolati, 2000). Ein Grund für die geringe Verbreitung könnte der hohe Zeitaufwand dieser Testverfahren sein. Jedoch gibt es vom Preferential Looking Verfahren vereinfachte, weniger zeitaufwendige Verfahren mit geringen Anschaffungskosten, die Teller acuity cards und der Cardiff acuity Test. Da es an geeigneten Vorsorgeuntersuchungsmitteln für Kleinkinder fehlt und eine weitere Verbreitung der erwähnten Untersuchungsmöglichkeiten wünschenswert ist, werden diese im Folgenden näher beschrieben.

4.1.1.1 Optokinetischer Nystagmus

Bei der Visusbestimmung mit Hilfe des optokinetischen Nystagmus werden strukturierte Testbilder (Streifen oder Schachbrettmuster) in unterschiedlicher Ortsfrequenz und mit



Abbildung 5: Optokinetischer Nystagmus
(Rouse; Rayn, 1990, S. 168)

unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit über einen Schirm bewegt. Werden die Muster erkannt, lösen sie eine Augenbewegung aus. Diese besteht zunächst aus einer langsamen Fixationsphase, mit der das Muster in der Bewegungsrichtung verfolgt wird. Darauf folgt eine schnelle rückführende Sakkade in die Region der Primärstellung (Haase; Rassow, 1995, S. 111 und Gottlob, 1999, S. 195). Das Muster höchster Ortsfrequenz, welches einen Nystagmus auslöst, gilt als erkannt und wird der angulären Sehschärfe gleichgesetzt.

Ein Nachteil dieser Methode liegt, selbst bei visuell normal entwickelten Erwachsenen, in der großen Streubreite der Ergebnisse. Es kann aber bei Säuglingen insofern gut angewandt werden, um zu erkennen, ob das Kind überhaupt sieht (Haase; Rassow, 1995, S. 111).

4.1.1.2 Visuell evozierte Potentiale (VEP)

Im Allgemeinen ist das Elektro-Enzephalogramm (EEG) zur Aufzeichnung der Gehirnströme bekannt. Ein Teil der Gehirnaktivitäten besteht in der Verarbeitung visueller Informationen. Das EEG kann durch Lichtreize ohne oder mit Struktur verändert werden. Heute werden als Reiz zumeist Gittermuster oder Schachbrettmuster verwendet. Mittels einer Klebeelektrode werden Hirnrindencpotentiale, hervorgerufen durch eine Änderung des visuellen Außenreizes, am Äußeren des Kopfes abgeleitet (Haase, W.; Rassow, B., 1995, S. 111). Die Messung der visuell evozierten Potentiale (VEP) erfolgt auf zwei Arten (Rassow, B., 1982, S. 59-66):



Abbildung 6: Visuell evozierte Potentiale (Rouse; Ryan, 1990, S. 169)

Bei den sogenannten **Transienten (vorübergehenden) Potentialen** werden Einzelreize gesetzt und der anschließende zeitliche Verlauf der Potentiale gemessen. Es wird mit einer Anbiefungsfrequenz von höchstens 2 Hertz gearbeitet. Eine zweite Möglichkeit bieten die **Steady – State Potentiale**. Hierbei wird eine höhere Wechselfrequenz von etwa 5 bis 12 Hertz verwendet, wodurch die Messzeit herabgesetzt ist.

Die Auswertung des elektrischen Potentials erfolgt im Wesentlichen auf zwei Wegen. Zum Einen wird die Latenzzeit gemessen. Das ist die Zeit, welche vom Einsetzen eines äußeren Reizes bis zum Erscheinen des Potentials verstreicht. Zum Anderen wird die Amplitude des dem spezifischen Reiz folgenden Signals gemessen. Dies ermöglicht Korrelationen zur psychophysisch ermittelten Sehschärfe.

Die Sehschärfeprüfung mittels VEP findet, wie am Anfang dieses Kapitels erwähnt, auf Grund des Zeitaufwandes und der notwendigen Erfahrung bisher nur geringe Anwendung. Auch ist ein Vergleich mit Ergebnissen subjektiver Messungen, wie sie bei Erwachsenen angewandt werden, nicht möglich. Zusätzlich zeigte sich in der Praxis ein Einfluss der Aufmerksamkeit und Mitarbeitsbereitschaft des Kindes auf die an den Elektroden abgreifbaren Signale (Haase, W.; Rassow, B., 1995, S. 111).

4.1.1.3 Preferential Looking (PL)

Das Preferential Looking (PL) ist ein psychophysisches Verfahren zur Bestimmung der Sehschärfe bei Säuglingen. Diese Untersuchungsmethodik stützt sich auf Beobachtungen von Berlyne (1958) und Fantz (1978), wonach Säuglinge bei Darbietung eines gemusterten und ungemusterten Reizes gleicher mittlerer Leuchtdichte den gemusterten bevorzugt anschauen, sofern das Muster als solches erkannt werden kann. Aus dieser Überlegung heraus wurden verschiedene Prüfmethode entwickelt.

Bei dem **Constant-stimulus-Verfahren** werden alle Ortsfrequenzen zufällig verteilt angeboten. Ein für den Säugling nicht sichtbarer Beobachter registriert, ob das Streifenmuster richtig lokalisiert wurde.

Bei einem erweiterten Verfahren, dem **Forced-choice-Verfahren**, weiß der Beobachter nicht, auf welcher Seite das Streifenmuster erscheint. Er muss dies aus dem Verhalten des Säuglings schließen. Dieses Verfahren ist relativ zeitaufwendig.

Eine Variante mit wesentlich geringerem Zeitaufwand stellt das **Stair-case-Verfahren** dar. Beginnend mit niedriger Ortsfrequenz wird diese bei richtigem Erkennen stufenweise erhöht.

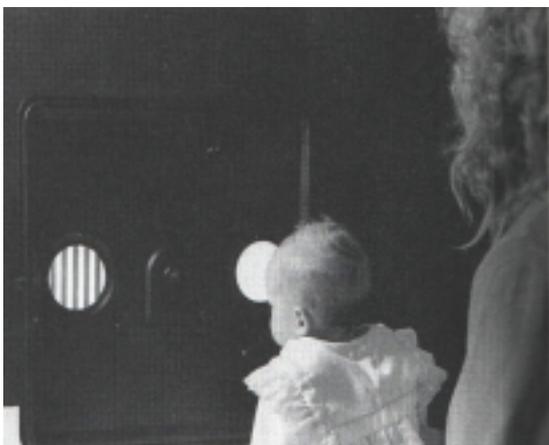


Abbildung 7: Preferential Looking
(Rouse; Ryan, 1990, S. 168)

Mit der Ortsfrequenz, bei welcher das Streifenmuster nicht mehr erkannt werden kann, hat man die Auflösungsgrenze erreicht.

Die PL - Methode ist vorwiegend für Kinder im Alter von 6 –16 Monaten gedacht, denn für ältere Kinder sind die Streifenmuster vermutlich von zu geringem Interesse. Dieses kann jedoch, wie bei dem operant – PL (PL mit zusätzlicher Motivationsunterstützung), durch Ergänzung der Untersuchungseinheit mit Kontrastverstärkern erhöht werden. Damit lässt sich der Untersuchungszeitraum bis zum 2. und 3. Lebensalter erweitern (Boergen, K.-P. u.a., 1985, S. 73-75).

4.1.1.4 Vereinfachte Preferential Looking Verfahren

Teller acuity - cards

Bei dem Teller acuity - cards werden spezielle Testtafeln verwendet, welche auf der rechten oder linken Seite eine schwarz-weiße Gitterstruktur unterschiedlicher Ortsfrequenz aufweisen. Die Testtafeln werden vom Untersucher hinter einer Stellwand in einer Aussparung dem Kind

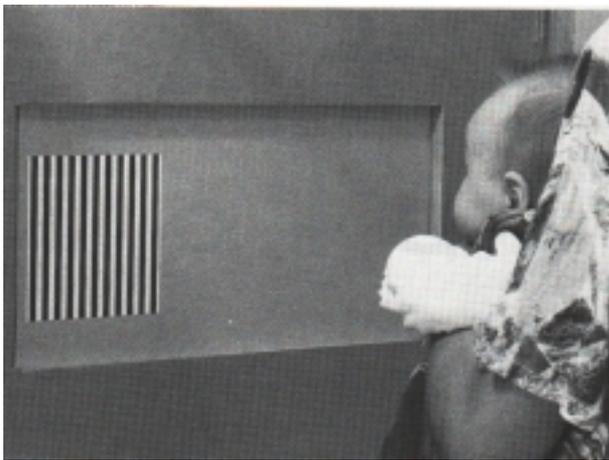


Abbildung 8: Teller acuity cards
(Haase; Rassow, 1995, S. 105)

dargeboten. Die Karten besitzen in der Mitte ein Loch, wodurch der Untersucher die Reaktion des Kindes auf die Streifenmuster beobachtet. Die vom Kind wahrgenommene Gitterstruktur höchster Ortsfrequenz entspricht dem maximalen Visus.

Die Teller acuity cards werden in Visusabstufungen von 1 Oktaven und 0,5 Oktaven angeboten. Eine Oktave entspricht der Verdopplung des Visus. Die 1 Oktaven

Abstufung ermöglicht zwischen Visus 0,5 und $<1,0$ keine Differenzierung der Sehschärfe. Beim klinischen Einsatz von PL Verfahren mit unterschiedlichen Oktaven Abstufungen muss auf die Problematik der ermittelten Visus-Werte und deren Vergleichbarkeit geachtet werden (Cagnolati; Münschke, 2000).

Cardiff acuity Test

Bei dem Cardiff acuity Test befinden sich auf Karten mit neutralem Hintergrund ober- oder unterhalb ein einzelnes Bild aus einer Bilderfamilie (Fisch, Haus, Hund u.a.). Diese Bilder



Abbildung 9: Cardiff acuity Test
(Barnard; Edgar, 1996, S. 141)

bestehen aus schwarzen und weißen Linien, wovon die schwarzen Linien halb so breit sind wie die weißen Linien. Dadurch gleicht die Durchschnittsleuchtdichte der Bildlinien der des Hintergrundes. Die Bilder sind alle gleich groß, nur deren Linienbreiten werden geringer. Der Test wird in einem Abstand von einem Meter oder 50cm durchgeführt. Dem Kind werden die Karten, beginnend mit der

geringsten Visusstufe, dargeboten. Dabei weiß der Prüfer nicht, ob sich das Bild oben oder unten auf der Karte befindet. Anhand der Augenbewegung des Kindes erkennt der Prüfer, ob das Bild noch aufgelöst werden kann (Barnard, 1996, S. 141f.).

Den Cardiff acuity Test gibt es in einer Visusabstufung von 1/3 Oktaven. Er ermöglicht daher im Gegensatz zu den Teller acuity cards (1 Oktaven Abstufung) eine differenziertere Sehschärfenbestimmung zwischen Visus 0,5 und 1,0 und kann bei Kindern von 1-3 Jahren (Cagnolati; Münschke, 2000) und bei älteren Kindern mit einer schwachen Sprachgewandtheit oder einer verzögerten Entwicklung eingesetzt werden.

4.1.1.5 Ältere Testverfahren

Bock Candy Test



Abbildung 10: Bock candy Test
(Rosner, 1982, S. 48)

Beim Bock Candy Test werden kleine Zuckerkügelchen verwendet. Diese sind tastbar, essbar und können die Aufmerksamkeit eines Kindes ab dem sechsten Lebensmonat wecken. Die auf einem Papier oder der Handinnenfläche der Mutter liegenden Zuckerkügelchen wecken das Interesse des Kindes, so dass es auch bei Abdeckung eines Auges interessiert auf die Kügelchen schaut. Ältere Kinder können versuchen, die Kügelchen zu greifen. Der Aussagewert dieses Testes ist nicht so hoch wie bei einer absoluten Sehschärfemessung. Er ermöglicht aber eine einfache Feststellung, ob zwischen beiden Augen größere Differenzen bestehen (Edgar, 1996, S. 137).

Ivory Ball Test

Beim Ivory Ball Test werden in fünf Metern Entfernung parallel vor den Augen des Kindes verschieden große Bälle gerollt. Dabei ist die Aufmerksamkeit des Kindes zu beobachten. Aus dem Durchmesser des Balls und der Rollentfernung (= Prüferentfernung) lässt sich der Visus berechnen. Dieser ist aber nicht mit den Normsehzeichen vergleichbar (Rosner, 1982, S. 49).

4.1.2 Verfahren bei Vorschulkindern

Unter Berücksichtigung der individuellen Entwicklung des Kindes kann frühestens ab zwei Jahren eine subjektive Prüfung der zentralen Sehschärfe angewendet werden. Die Anwendung der Tests setzt eine gewisse Konzentrationsfähigkeit und geistige Reife des Kindes voraus. Da die Kinder in diesem Alter noch nicht lesen können, müssen besondere Optotypen verwendet werden.

4.1.2.1 Landolt-Ring

Der Landoltring ist nach wie vor das ideale Sehzeichen zur Überprüfung der Sehschärfe, da bei

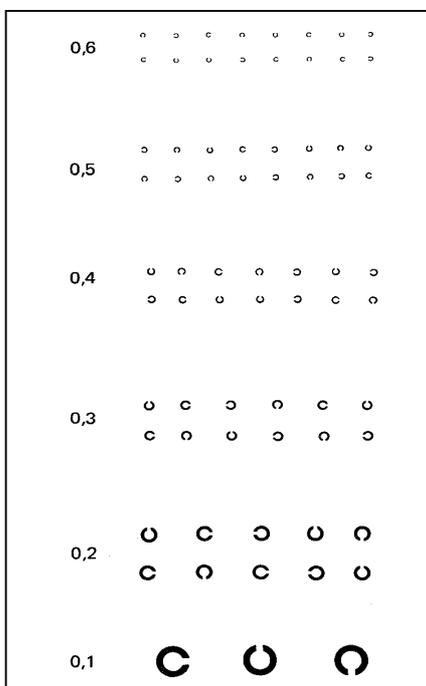


Abbildung 11: Landolt-Ring (Küchle; Busse, 1985, 17)

seiner Anwendung das Ergebnis am wenigsten durch den Formensinn und durch die Lesefähigkeit beeinträchtigt wird. Durch die acht verschiedenen Darbietungsrichtungen ist die Wahrscheinlichkeit, die Öffnungsrichtung zu erraten, ohne sie zu erkennen, mit 12,5% nur sehr gering (Maxam, D., 1996, S.145).

Das kreisförmige Testzeichen wird mit seiner quadratischen Öffnung in acht verschiedenen Richtungen (oben, unten, rechts, links, oben rechts, unten rechts, oben links, unten links) dargeboten. Das Kind kann die von ihm wahrgenommene Stellung des dargebotenen Landoltringes mit dem Finger demonstrieren. Oder man gibt dem Kind einen nachgebildeten Landoltring in die Hand, mit dem die Öffnungsrichtung angezeigt werden kann.

Der Landoltring ist auf Grund von Verständigungsschwierigkeiten für sehr kleine Kinder kaum anwendbar und bietet daher oft erst bei Schulkindern verlässliche Ergebnisse. Als Alternative für Vorschulkinder bietet sich der Broken Wheel Test an.

4.1.2.2 Broken Wheel Test

Der Broken Wheel Test enthält Testkarten mit Autos unterschiedlicher Größe, deren Räder entweder kaputt oder ganz sind. Unter Verwendung des Landoltringes in Darstellung von

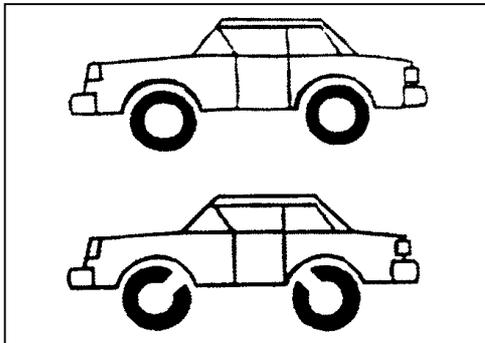


Abbildung 12: Broken Wheel Test (Berke; Münschke, 1996, S. 86)

Autorädern findet ein kindgerechtes, unverfängliches Symbol Verwendung.

Dem Kind werden zwei Karten derselben Optotypengröße präsentiert. Dabei wird das Kind nach dem Auto mit den kaputten Rädern gefragt. Es ist nicht notwendig, dass das Kind die Öffnungsrichtung der

Optotype ansagen oder anzeigen muss, da die Räder nur auf einer Karte kaputt sind. Die Antwort kann durch

Zeigen mit dem Finger oder nur durch Augenbewegung erfolgen (VISUS GmbH, 2000).

4.1.2.3 Snellen-Test

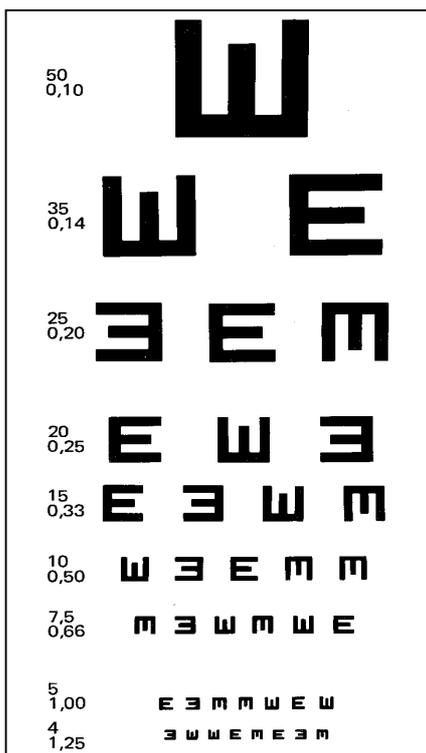


Abbildung 13: Snellen –Test (Küchle; Busse, 1985, S. 17)

Der Snellen-Test ist im Aufbau und Ablauf analog dem Test mit Landolt-Ringen. Das Testzeichen ist hierbei ein E. Es wird in nur vier verschiedenen Richtungen (oben, unten, rechts, links) dargeboten. Das Kind bekommt ein kleines gestieltes E in die Hand und kann damit die Öffnung des dargebotenen Sehzeichens anzeigen.

Die Haken haben auf Grund der Formerkennbarkeit nicht die Symbolfreiheit wie der Landoltring. Wegen der nur vier Darbietungspositionen beträgt die Ratewahrscheinlichkeit 25% (Maxam, D., 1996, S.145). Durch den spielerischen Charakter und die einfachere Verständigung ist dieser Test dennoch für Kinder gut geeignet.

4.1.2.4 Sjorgen-Hand-Test

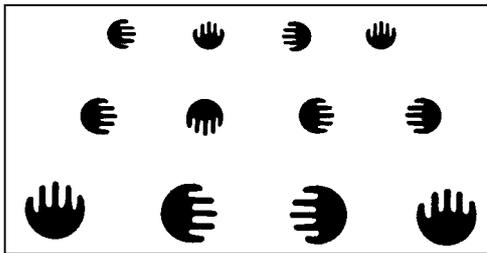


Abbildung 14: Sjorgen-Hand-Test
(Methling, 1996, S. 147)

Der Sjorgen-Hand-Test ist eine Modifikation des Landolt- und Snellen-Tests mit kindgerechtem Motiv in Form einer schwarzen Hand. Der Test ist für eine Prüferentfernung von einem Meter bestimmt. Eine Ratewahrscheinlichkeit von 25% besteht auch bei diesem Test (Maxam, D., 1996, S. 147).

4.1.2.5 LH-Test nach Lea Hyvärinen

Der LH-Test wurde von der Augenärztin Lea Hyvärinen nach dem Snellen-Prinzip konstruiert. Er kann von 2 Jahren bis zum Schulalter durchgeführt werden. Die Sehzeichen Kreis, Quadrat, Apfel, Haus sind absichtlich sehr ähnlich gestaltet und können an der Schwelle nicht mehr von einander unterschieden werden (Haase, W.; Rassow, B., 1995, S. 106). Größere Kinder können die erkannten Symbole benennen. Kleinere Kinder können mittels Karten, auf denen je eines der Symbole dargestellt ist, das erkannte Symbol zeigen. Ein Kind mit ungenügender Sehleistung wird alle Sehzeichen als Kreis interpretieren, wodurch ein Misserfolg für das Kind ausgeschlossen ist.

4.1.2.6 Kolt-Test nach Lithander, H-Test nach Hohmann und Haase

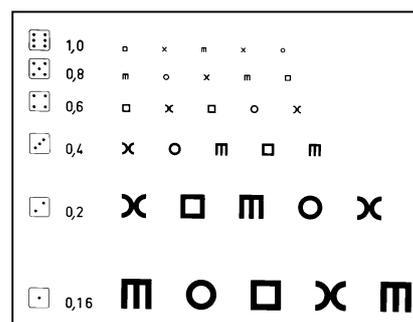
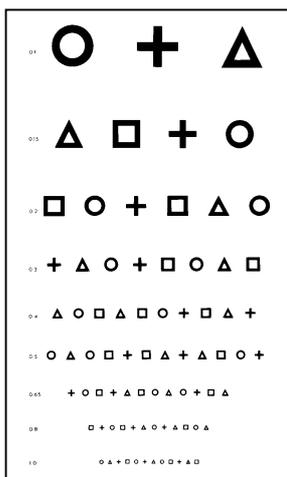


Abbildung 15: Kolt-Test und H-Test
(Berke; Münschke, 1996, S. 86f.)

Bei dem Kolt-Test nach Lithander und dem davon abgeleiteten H-Test nach Hohmann und Haase handelt es sich um eine nonverbale Methode zur Messung der Sehschärfe. Sie sind speziell für Kleinkinder entwickelt worden und ab dem dritten Lebensjahr gut anwendbar.

Der Untersucher zeigt auf eines von vier Zeichen einer Sehzeichentafel. Das Kind hält ein Tastengerät, auf welchem sich die gleichen Sehzeichen befinden wie auf der Sehzeichentafel. Drückt das Kind auf die richtige Taste, erklingt eine Musik, was den Test bei Kindern im

Vorschulalter sehr beliebt macht (Gottlob, 1999, S. 195). Da der Ring nicht gleichwertig wie die anderen Sehzeichen erkannt wird, erfüllt der Kolt-Test nicht die Anschlussbedingungen an den Landolt-Ring (Maxam, D., 1996, S. 147).

4.1.2.7 Kinder-Symbol-Test

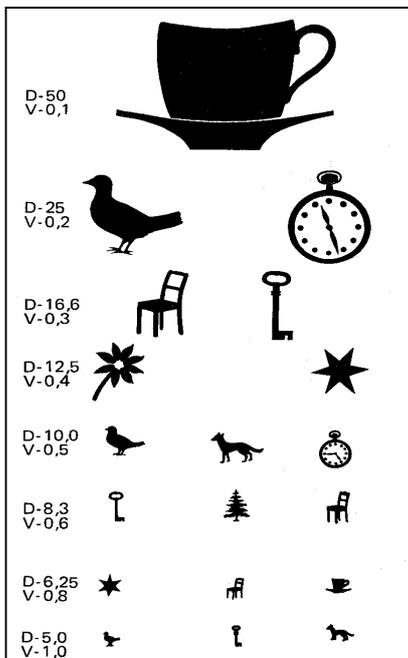


Abbildung 16: Kinder-Symbol-Test
(Küchle; Busse, 1985, S.17)

Der Kinder-Symbol-Test besteht aus unterschiedlich großen kindgerechten Symbolen wie Stuhl, Tasse, Schlüssel. Die Testsymbole müssen dem Kind bekannt sein, und es muss sie erkennen und benennen können. Dies hängt jedoch nicht nur von der visuellen Erkennung ab, sondern maßgeblich von der Sozialisation des Kindes, seiner geistigen Reife und seinen Erfahrungen. Es wird bei diesen Testobjekten weniger der Visus als der Formensinn und damit die Intelligenz des Kindes erfasst (Duschner, 1975, S. 85). Im Vergleich zu den Landolt-Ringen sind die Kindersymbole hinsichtlich ihrer exakten Aussage über die zentrale Sehschärfe wenig brauchbar (Küchle, H. J.; Busse, H., 1985, S.16). Sie sollten daher nicht mehr angewendet werden.

4.1.3 Sehschärfenbestimmung in der Nähe

Die Sehschärfenbestimmung in der Nähe kann mit verschiedenen Testen bei Kindern ab dem 16. Lebensmonat durchgeführt werden. Diese sind beispielsweise Testkarten der Europäischen Gesellschaft für Optometrie, Miniatur Spielzeug Teste, ein Punkte Erkennungstest, der in Kapitel 4.1.2.5 beschriebene LH-Test für die Nähe oder der Dot Visual Acuity Test. Letzterer ist sowohl für das Kind als auch für den Prüfer ein relativ einfach durchzuführender Test und soll im Folgenden näher beschrieben werden.

4.1.3.1 Dot Visual Acuity Test

Der Dot Visual Acuity Test ist zur Visusbestimmung in der Nähe bei Kindern im Alter von 18

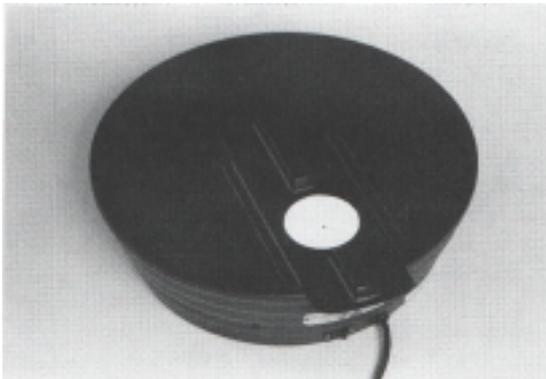


Abbildung 17: Dot Visual Acuity Test
(Rouse;Rayn, 1990, S. 170)

Monaten bis circa 5 Jahren gedacht. Der Test besteht aus einem schwarzen runden Testgehäuse, welches in einer Entfernung von 25cm vor dem Kind aufgestellt wird. In diesem Gehäuse befindet sich eine kreisrunde, 7cm große weiße Aussparung, in der neun schwarze runde Punkte unterschiedlicher Größe dargeboten werden. Zur Visusermittlung muss das Kind bei Erkennung des Punktes auf diesen fassen. Die Durchführung

erfolgt monokular und gegebenenfalls binokular beginnend mit dem größten Punkt. Der kleinste erkannte Punkt entspricht dem maximalen Visus des Kindes (nach Cagnolati, 1994, S. 31f.).

4.2 Objektive Refraktionsbestimmung

Die objektive Refraktionsbestimmung ist bei kleinen Kindern, welche noch keine Angaben über ihren Seheindruck machen können, die einzige Möglichkeit, schnell, sicher und zuverlässig Refraktionswerte zu erhalten. Hierfür stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Keratometrie
- Mechanische und automatische Refraktometer
- Photorefraktometer
- Skiaskopie.

4.2.1 Keratometrie und Refraktometrie

Die Keratometrie erfordert eine kooperative Mitarbeit und ist deshalb erst bei Kindern ab fünf Jahren anwendbar. Bei jüngeren Kindern kann eine Keratometrie einen guten Anhaltspunkt bei hohem Hornhautzylinder geben.

Die verschiedenen Methoden der Refraktometrie sind ebenfalls erst bei Kindern ab drei bis fünf Jahren durchführbar, bieten verlässliche Ergebnisse aber nur unter Cycloplegie – Anwendung. Sie bieten sich bei Babys und Kleinkindern höchstens als grober Screening – Test zum Auffinden

von hohen Refraktionsfehlern und Anisometrien an, welche in der Entwicklung zu Strabismus oder Amblyopie führen könnten (Rouse, M. W.; Ryan, J. M., 1990, S. 166).

Bei allen vorangegangenen Methoden ist die hohe Akkommodationsbereitschaft und die unkontrollierbare Fixation der kleinen Kinder ein großer Nachteil. Hinzu kommen häufige Unruhe und Angst der Kinder vor den großen Geräten. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend dürfte die Skiaskopie das Mittel der Wahl zur objektiven Refraktionsbestimmung sein (Cagnolati, 1994, S. 34).

4.2.2 Photorefraktometrie

Bei der Photorefraktometrie wird anhand eines photographisch erzeugten Lichtreflexes die Größe und Lage der Pupille beurteilt. Die Form des Reflexbildes ermöglicht eine Aussage über den Sehfehler. In einer Kindergarten - Studie (Schaeffel, F. u.a., 2000, S. 537ff.) mit einem neuen Infrarot-Refraktometer (Power Refractor) konnte nachgewiesen werden, dass mit diesem Photorefraktometer ohne Anwendung von Cycloplegie zuverlässigere und genauere Ergebnisse erreicht werden, als mit einem modernen Autorefraktometer. Es ist deshalb eine nützliche und geeignete Überprüfungsmethode bei Kindern und nicht kooperativen Menschen.

4.2.3 Skiaskopie

Die Skiaskopie ist ein schnelles und genaues Verfahren, um bei Kindern und nicht kooperativen Erwachsenen zuverlässige Ergebnisse zu erhalten. Die Genauigkeit der Messung ist von mehreren Faktoren abhängig, wie die exakte Einhaltung des Prüfabstandes, genaue Fixation des Prüflingsauges auf das Skiaskopierlicht, der Wahrnehmbarkeit der Lichterscheinung und deren Wanderung sowie der Kontrolle der akkommodativen Einstellung des Prüflingsauges (Methling, 1996, S.171).

Zum letzteren Punkt, der Entspannung der Akkommodation, gibt es sehr unterschiedliche Ansichten darüber, ob es wirklich notwendig ist, die Skiaskopie in Cycloplegie durchzuführen. Cagnolati (Cagnolati, 1994, S. 36) beschreibt die Situation 1994 so: „Die Ausschaltung der Akkommodation in medikamentöser Cycloplegie und die hieraus resultierende größere Messgenauigkeit bei der Skiaskopie wird in der Regel als Präferenzkriterium genannt. Dem steht die Problematik der Skiaskopie bei großen Pupillen und die hierdurch mögliche Ungenauigkeiten der Ergebnisse sowie die Möglichkeit negativer Nebenwirkungen durch Cycloplegie gegenüber. Analysieren wir die Publikationen ausschließlicher Protagonisten der Cycloplegie-Skiaskopie bei

Kindern, so fällt auf, dass diese Autoren bis auf wenige Ausnahmen die statische Skiaskopie mit oder ohne Einsatz von Cycloplegie meinen. ... also keine besondere Nichtcycloplegie-Methode anwendeten, ...“ worin „... auch der Grund für die hohe Differenz der Resultate mit und ohne Cycloplegie“ liegt.

Eine Alternative zur Cycloplegie Skiaskopie stellt die Nahskiaskopie nach Mohindra dar. Studien von vergleichenden Skiaskopiemessungen nach der Mohindra-Methode ohne Cycloplegie und Skiaskopie in Cycloplegie führten unter anderen Mohindra (Mohindra, 1977) und Borghi und Rouse (Borghi; Rouse, 1985) durch. Die Ergebnisse der Studien ergaben nur geringe Abweichungen der refraktiven Gesamtwerte. So fanden Borghi und Rouse mit der Mohindra-Methode in 68,5% der Fälle maximal 0,75dpt mehr Plus als bei der Cycloplegie-Messung heraus. Es zeigte sich aber auch eine sehr hohe statistisch signifikante Korrelation zwischen den zwei Techniken (Rouse, M. W.; Ryan, J. M., 1990, S. 164). Cagnolati (Cagnolati, 1994, S. 36) meint nach einem Studium der publizierten Literatur und auch eigenen Messungen, dass diese die Genauigkeit der Mohindra-Methode als Nichtcycloplegie-Skiaskopie-Verfahren bei Kindern belegen.

Von den verschiedenen Durchführungsarten der Skiaskopie werden hier nur die in der Kinderoptometrie bewährten und ohne Cycloplegie durchführbaren Methoden vorgestellt:

Statische Skiaskopie: stabile Skiaskopie und Nahskiaskopie nach Mohindra

Dynamische Skiaskopie: Monocular Estimate Method

4.2.3.1 Nahskiaskopie nach Mohindra

(nach Cagnolati, 1994, S. 34; Rouse, 1990, S. 163-164)

Die Nahskiaskopie nach Mohindra wurde von Mohindra als Nichtcycloplegie-Refraktionsmethode für Kinder und Kleinkinder konzipiert. Sie bietet sich besonders gut bei hyperopen Kindern unter sechs Jahren an. Die Durchführung erfolgt in einem komplett abgedunkelten Prüfraum in einer Prüferentfernung von 50cm. Die Beleuchtung des Skiaskopes wird auf ein Minimum reduziert. Bei kleineren Kindern hat es sich als praktisch erwiesen, wenn diese während der Überprüfung auf dem Schoß der Mutter sitzen. Die Mutter kann so für eine ruhige Kopfhaltung des Kindes sorgen und ein Auge des Kindes mit der Hand abdecken. Mit dem anderen Auge soll das Kind auf das Licht des Skiaskopes schauen, welches zur Animierung mit einem Stofftier festgehalten werden kann. Bei Bedarf kann der Optometrist zum Beispiel mit Tiergeräuschen oder dem Rufen des Namens des Kindes dessen Aufmerksamkeit auf das Licht

locken. Während dessen wird der Neutralisationspunkt in den zwei Hauptschnittrichtungen bestimmt. Von den ermittelten Hauptschnittwerten wird ein konstanter Einstellfaktor von 1,25dpt abgezogen. Der cylindrische Wert und dessen Achse bleibt davon unberührt. Der Einstellfaktor von 1,25dpt ist auf empirische Untersuchungen zurückzuführen. Er wurde von Owens et al. mit dem Ergebnis analysiert, dass sich der Wert aus einem Betrag von 2dpt für die Messentfernung von 50cm und einem Betrag von $-0,75\text{dpt}$, entsprechend der Dunkelruhelage der Akkommodation, zusammensetzt. Durch ihn wird eine gute Korrelation zur Skiaskopie in Cycloplegie erreicht.

4.2.3.2 Statisch stabile Skiaskopie

(nach Cagnolati, 1994, S.35; Rouse, 1990, S. 163-164)

Die Durchführung der statisch stabilen Skiaskopie erfolgt in einer stabilen Entfernung bei meist 50cm oder in Armeslänge des Skiaskopierers. Der Prüfraum ist weitestgehend abgedunkelt. Das Kind sitzt auch hier auf dem Schoß der Mutter, welche ein Auge des Kindes mit der Hand abdeckt. Die Benutzung von einzelnen Messgläsern oder einer Skiaskopierleiste ist bei kleineren Kindern dem Phoropter vorzuziehen. Sie wirken weniger einschüchternd und erlauben dem Refraktionisten eine größere Kontrolle des Kindes. Zwei signifikante Probleme treffen bei der statischen Skiaskopie zusammen. Das ist die akkurate Fernfixation und eine damit verbundene entspannte Akkommodation. Um dieses zu erreichen, hat es sich in der Praxis bewährt, in einer Entfernung von 5-6 Metern eine Kindergeschichte zu projizieren, um die Aufmerksamkeit des Kindes zu gewinnen. Ebenso erfolgreich ist es, wenn eine Hilfsperson in gleicher Entfernung große Handpuppen, die vielleicht sogar akustische Signale von sich geben können, vorführt. Das Kind kann zur Fixationsanregung aufgefordert werden, zu erzählen, was sich vorne ereignet. An der Intensität des Reflexbildes kann die Aufmerksamkeit des Kindes erkannt werden. Einige Kinder, besonders Säuglinge und Kleinkinder, sind mehr an dem Skiaskopierlicht interessiert. Der Optometrist kann sich diesen Vorteil für die Nahskiaskopie zu nutze machen.

Monocular Estimate Method (MEM)

(nach Cagnolati, 1994, S.35; Rosner, 1982, S. 154-157)

Die Monocular Estimate Method (MEM) ist eine sehr zuverlässige Variante der standardisierten dynamischen Skiaskopie. Hierbei ist die Testentfernung bestimmt durch die Körpergröße des Kindes oder seiner bevorzugten Leseentfernung. Häufig wird in der sogenannten „Harmon-

Entfernung“ gemessen, welches der individuellen „Ellenbogen-Fingerknochen-Entfernung“ entspricht. Die Messung wird in der Regel aufbauend auf das Ergebnis der statischen



Abbildung 18: Monocular Estimated Method
(Scheiman; Gallaway, 1994, S. 281)

Fernskioskopie durchgeführt. Mit dem Ergebnis dieser Messung schaut das Kind ohne ein Vorsatzglas auf ein Fixationsobjekt, welches am Skiaskop angebracht ist. Geeignet sind kindgerechte Symbole oder Buchstaben. Die Neutralisation der Reflexbewegung erfolgt unter binokularen Bedingungen, wobei das jeweilige Neutralisationsglas für jedes Auge einzeln ermittelt wird. Stellt man nach der Neutralisation des zweiten Auges

wiederum eine Läufigkeit des vorher schon neutralisierten Auges fest, wird die gesamte Messung wiederholt.

Die statisch stabile Skiaskopie und die MEM sind bei hyperopen Kindern frühestens ab dem 6.-7. Lebensjahr möglich. In der Praxis wird zwischen den einzelnen Skiaskopie-Arten gewechselt, was eine gute Kontrolle der Messergebnisse ermöglicht, wobei Unterschiede auf Probleme im Nahsehen hinweisen können (siehe Kapitel 3.3.4).

4.3 Subjektive Refraktionsbestimmung

Eine subjektive Refraktionsbestimmung erfordert ein hohes Aufmerksamkeits- und Kommunikationsvermögen, welches bei Kindern frühestens ab dem fünften Lebensjahr zu erwarten ist. Hierbei geht jeder subjektiven Refraktion eine objektive voraus, da die Akkommodation des Kindes bei der subjektiven Refraktion nicht unter Kontrolle zu bringen ist. Die subjektive Refraktion dient dabei der Modifizierung der objektiv bestimmten Werte (Cagnolati, 2000). Die Messung erfolgt nach den gleichen Regeln wie bei der Refraktion eines Erwachsenen. Es empfiehlt sich auch die Anwendung der von Reiner (Reiner, 1971, S. 75-78) vorgeschlagenen Ermittlung der Nahkorrektur vor der Fernprüfung. Hierdurch wird die Akkommodation entspannt und somit eine genauere Ermittlung der Hyperopiekorrektur erreicht. Die Durchführung sollte möglichst rationell erfolgen, um die Konzentration des Kindes nicht unnötig zu strapazieren.

4.4 Binokularprüfung

An eine erfolgte objektive und/oder subjektive monokulare Augenüberprüfung schließen sich Tests zur Qualifizierung eines frühkindlichen Binokularsehens an. Die Binokularprüfung wird bei Kindern wie auch bei Erwachsenen mit der Erfassung der binokularen Situation, deren Kompensation und der Qualität der Stereopsis durchgeführt. Bei Kindern kann die Binokularprüfung oft schon früher als die subjektive monokulare Prüfung durchgeführt werden (Selmeier, 1997, S. 18).

4.4.1 Binokularprüfung am Zeiss Polatest Sehprüfgerät

Die Prüfung sollte so früh wie möglich für die Ferne und Nähe am Zeiss Polatest Sehprüfgerät nach der Mess- und Korrektionsmethode von H.-J. Haase (Haase, 1995) erfolgen. Die MKH-Methodik ermöglicht eine präzise Binokularuntersuchung unter Berücksichtigung aller motorischen und sensorischen Teile der Fusion.

Zur einfacheren Verständigung ist es gerade bei den Binokulartesten Kreuztest, Zeigertest und Hakentest sehr angebracht, dem Kind Magnettafeln oder Testfiguren aus Pappe in die Hand zu geben. Es kann beispielsweise mit zwei Magnet- oder Pappbalken gut die Lage der Balken am Kreuztest demonstrieren. Für die Beurteilung der weiteren visuellen Entwicklung des Kindes ist es angebracht, die Ergebnisse, vor allem auch der Stereoteste, zu dokumentieren.

4.4.2 Stereoteste

Zu jeder Binokularprüfung gehört auch bei Kindern wegen der hohen binokularen Störanfälligkeit in den ersten Lebensjahren eine genaue Prüfung des Stereosehens. Eine gut ausgebildete Stereopsis lässt auf eine gute binokulare Entwicklung des Sehens schließen (Duschner, 1997, S. 86). Ist hingegen die Qualität des räumlichen Sehens eingeschränkt, kann eine unkorrigierte oder unterkorrigierte assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit vorliegen (Köhler, 1994, S. 58). Auch hier ist die Wahl des Testverfahrens abhängig vom Alter und vom Verständnis des Kindes.

4.4.2.1 Stereoteste im Polatest Sehprüfgerät

Die Prüfung des Stereosehens bei Kindern kann an den Stereotesten des Polatests ab etwa vier Jahren durchgeführt werden. Es eignen sich hierfür der Stereodreiecktest und der fünfzeilig differenzierte Stereotest, mit welchem ein Stereogrenzwinkel bis zu einer halben Winkelminute genau festgestellt werden kann. Der Random-Dot-Test lässt sich bei Kindern gut anwenden.

4.4.2.2 Titmus-Stereotest

Der Titmus-Stereotest ist ein Anaglyphen-Test und bietet Stereogramme verschiedener Stereowinkel an. Für sehr kleine Kinder sind vor allem die Stubenfliege mit 3000" und die Tiere mit Stereowinkeln 400", 200" und 100" geeignet. Bei älteren Kindern finden die Kreis-Figuren



Abbildung 19: Titmus-Stereotest (Rüßmann, 1995, S. 478)

mit kleineren Stereowinkeln von 800" bis 40" in 40cm Entfernung Anwendung. Die Kinder können aufgefordert werden, nach den hervorstehenden Testfiguren zu greifen.

Der Titmus-Stereotest kann bei sehr kleinen Kindern auf Grund der großen Stereowinkel nur als sehr grober Screeningtest angewendet werden, zum

Beispiel um festzustellen, ob überhaupt schon Stereosehen vorhanden ist. Außerdem bietet der Test bis auf die Kreis-Figuren 5-9 keine zuverlässige Abgrenzung von normal sehenden Kindern zu solchen mit Amblyopie oder Schielen, da die Figuren auch monokular bzw. alternierend räumlich ausgewertet werden können (Barnard; Edgar, 1996, S. 127).

4.4.2.3 Lang-Stereotest

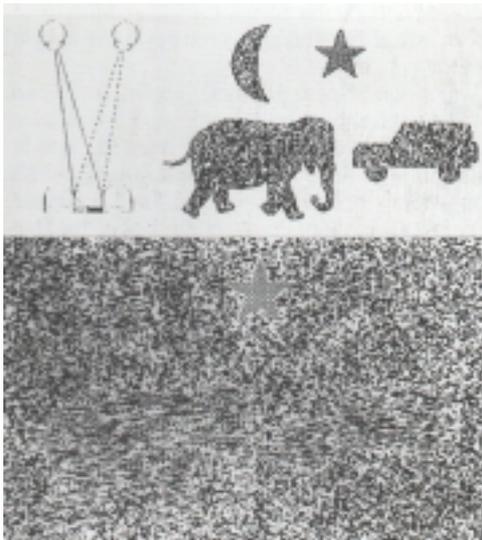


Abbildung 20: Lang-Stereotest II
(Rüßmann, 1995, S. 471)

Der Lang-Stereotest wurde speziell für sehr kleine Kinder entwickelt. Er ist eine Kombination von Random-Dot und Zylinderrasterverfahren mit drei verschiedenen disparaten kindlichen Testobjekten: Katze, Auto, Stern (Lang-Stereotest I) sowie Elefant, Auto, Mond und Stern (Lang-Stereotest II). Der Stern im Lang-Stereotest II ist auch ohne querdisparates Tiefensehen sichtbar, womit ein enttäuschendes Misserfolgserlebnis vermieden werden kann (Rüßmann, 1995, S. 470-472). Die Testdurchführung erfolgt wie beim Titmus-Stereotest. Auch hier können nur sehr große Stereowinkel von 1200'' bis 550'' geprüft werden.

4.4.3 Überprüfung der Augenbewegung und Fixation

Bei einem Baby ab etwa drei Monaten lässt sich die Augenmotorik recht einfach überprüfen, indem man es sanft in die Primärposition hochhebt und es leicht hin und her bewegt. Das Baby wird das Gesicht der Person, die es bewegt, fixieren und wird versuchen, diese Fixation während der Drehbewegung aufrecht zu erhalten. Dabei sollten sich beide Augen gleichmäßig auf das zu fixierende Gesicht richten. Dies liefert eine gute Aussage über die horizontale Augenbewegung. Gleiches ist für die vertikale Augenbewegung möglich, in dem das Baby leicht nach vorn geneigt wird, was das Baby mit einem starren Aufwärtsblick erwidert.

Ungefähr ab dem 6.-12. Monat wird ein Kind lieber einem Fixationsobjekt folgen, auch wenn sein Kopf dabei festgehalten wird. Als Fixationsobjekt eignen sich eine kleine Stablampe oder ein kleines Spielzeug, welches vielleicht sogar Geräusche von sich gibt (Barnard; Edgar, S. 121-123).

4.4.3.1 Hirschbergtest

Der Hirschbergtest ermöglicht eine aufschlussreiche Prüfung der binokularen Fixation. Dabei kann die Augenstellung anhand der Hornhautreflexbilder, die man bei einer Beleuchtung beider Augen mit einer kleinen Stablampe aus 50 cm Entfernung erhält, beurteilt werden. Bei normalem Binokularsehen liegen die Hornhautreflexbilder in beiden Augen symmetrisch. Ein dezentriertes Reflexbild ist ein Hinweis auf Strabismus (Barnard; Edgar, 1996, S. 124). Das Kind sollte in diesem Fall an einen Augenarzt empfohlen werden. Um während des Tests die Aufmerksamkeit des Kindes zu erreichen, kann die Lampe mit einem Stofftier festgehalten werden (Lahme, 1997, S. 13).

4.4.3.2 Brückner Test

Der Brücknertest ist leicht durchzuführen und gut geeignet, bei kleinen Kindern einen Strabismus festzustellen. Die Augen werden aus einer Entfernung von einem Meter mit einem gleichzeitig als Fixationsobjekt dienendem Ophthalmoskop beleuchtet. Das vom Augenhintergrund reflektierende Licht wird nach seiner Symmetrie und Helligkeit beurteilt. Ist normales Binokularsehen vorhanden, ist das Pupillenleuchten beider Augen von gleicher Helligkeit. Liegt ein Strabismus vor, ist der Reflex des fixierenden Auges stärker als der des nicht fixierenden Auges (Barnard; Edgar, S. 124).

4.4.3.3 Covertest

Der objektive Covertest (Auf- und Abdecktest) ist ein wichtiges Mittel zur Untersuchung der Augenmotorik bei Kindern. Er kann ab 3-6 Monaten angewendet werden. Bei Kindern wird der Test nicht wie bei Erwachsenen in der Ferne sondern vorwiegend in der Nähe durchgeführt. Zur Fixation eignet sich eine Spielfigur oder besser noch kleine Optotypen und Bilder. Das Licht einer Stablampe als Fixationsreiz sollte nur bei Säuglingen oder bei sehr geringer Sehschärfe angewendet werden (Barnard; Edgar, 1996, S. 125). Die Abdeckung eines Auges erfolgt mit einer Abdeckkelle, auf welche sehr kleine Kinder oft mit ängstlicher Abwehr reagieren. In diesem Falle bietet sich die Hand oder der Daumen der Mutter oder des Prüfers als Abdeckung an.

Beim Covertest (Auf- und Abdecktest) wird die Einstellbewegung = Abweichung der Augen beobachtet. Er ermöglicht eine sehr schnelle Qualifizierung und grobe Quantifizierung der Fehlstellung der Augen. Der Test dient unter anderem zur Differenzierung zwischen einem

Strabismus = Heterotropie und einer assoziierten Phorie = Winkelfehlsichtigkeit. Wird beim Abdecktest eine gleichsinnige Einstellung beider Augen beobachtet, liegt Strabismus vor. Bei einer Orthophorie oder assoziierten Phorie = Winkelfehlsichtigkeit erfolgt keine Einstellbewegungen. Eine langsame Bewegung des freien Auges beim Aufdecktest lässt auf eine assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit schließen (Rüßmann, 1995a, S. 422-425; Lahme, 1997, S. 14).

Die Durchführung des Abdecktest erfordert einige Übung, da bei zu langsamen Abdecken eine Blickfolgebewegung auf die Kelle erfolgt. Des Weiteren lassen sich sehr kleine Abweichungen nur bei sehr genauer Beobachtung erkennen (Ringleb, 1999). Die Augenbewegung beim Aufdecktest lässt sich sehr viel schlechter beurteilen, da nach dem Aufdecken das abweichende Auge sehr viel langsamer in die Arbeitsstellung geht, als es das beim Abdecken zur Wiederfindung der Fixation tut.

4.4.3.4 Gesichtsfeld

Einer jeden Gesichtsfeldprüfung geht eine korrekte Refraktionsbestimmung und –korrektur voraus, da bestehende Refraktionsfehler das Ergebnis beeinflussen können. Die Prüfung, ob das Gesichtsfeld normal ist oder nicht, wird bei Erwachsenen meist mit automatischen Perimetern durchgeführt. Die Durchführung der Gesichtsfeldmessung an solchen Geräten setzt eine gewisse Reife des Kindes und eine konstante Fixation des Objektpunktes voraus. Diese Voraussetzungen dürften frühestens mit dem Eintritt in das Schulalter gegeben sein. Für Vorschulkinder werden im folgenden einige einfache Verfahren, die Konfrontationsteste, erläutert, welche ohne technischen Aufwand eine Überprüfung des Gesichtsfeldes ermöglichen (nach Berke; Münschke, 1996, S. 296ff., Rouse; Ryan, 1990, S. 183f., Cagnolati, 2000). Eine Gesichtsfeldüberprüfung mit den Konfrontationstesten kann in Abhängigkeit von der Entwicklung ab 3-3,5 Jahren durchgeführt werden, mit dem modifizierten Konfrontationstest bei Säuglingen und kleineren Kindern.

Ab dem sechsten Monat entspricht das Gesichtsfeld des Kindes dem eines Erwachsenen, beide können miteinander verglichen werden. Dabei sitzen sich Untersucher und Kind (ein Säugling auf dem Schoß der Mutter) in gleicher Kopfhöhe gegenüber. In Abhängigkeit, ob das periphere oder das zentrale Gesichtsfeld überprüft werden soll, fixiert das Kind die Nase oder das Auge des Untersuchers.

Wird das periphere Gesichtsfelds überprüft, fixiert das Kind das gegenüberliegende Auge des Untersuchers. Dieser führt in einer Entfernung von einem Meter in verschiedenen Meridianen

(von unten nach innen, von oben nach innen, von rechts außen nach innen und von links außen nach innen) ein oder zwei Finger von der Peripherie her in das gemeinsame Gesichtsfeld. Dabei wird das Kind aufgefordert, bei Erkennen der Finger deren Anzahl zu benennen.

Bei Säuglingen und kleinen Kindern kann die periphere Gesichtsfeldüberprüfung mit einem Miniaturspielzeug, welches entweder auf dem Finger oder auf einer Stablampe sitzt, modifiziert werden. Ein Kind unter drei Jahren wird noch nicht sagen können, wann es das Spielzeug sieht. Es kann aber bei guter Beobachtung anhand der Fixationsbewegung der Augen oder bei Säuglingen am Gesichtsausdruck erkannt werden, wann der Gegenstand im Gesichtsfeld sichtbar wird. Ein Vergleich mit dem eigenen Gesichtsfeld gibt Anhaltspunkte auf eventuelle Gesichtsfelddefekte.

Bei der Überprüfung des zentralen Gesichtsfeldes fixiert das Kind die Nase des Untersuchers. Dieser zeigt dem Kind in allen vier Quadranten die Finger, und das Kind soll deren Anzahl benennen. Darüber hinaus gibt es den Facial-Amsler-Test, bei welchem dem Kind die Hände des Prüfers gezeigt werden. Hierbei wird die Helligkeit beider Handflächen miteinander verglichen. Eine weitere Prüfung auf Gesichtsfeldausfälle ermöglichen die Amsler-Tafeln, welche ein Netz mit zentralem Fixierpunkt beinhalten.

4.4.4 Binokularprüfung in der Nähe

Die binokulare Nahprüfung erfolgt nach der binokularen Vollkorrektur in der Ferne am Zeiss Nahprüfgerät. Als erstes wird der Nah-Kreuztest dargeboten. Wird dieser in Nullstellung gesehen, brauchen keine weiteren binokularen Nahteste dargeboten werden. Liegt keine Nullstellung vor, wird nach der Mess- und Korrektionsmethodik nach H.-J. Haase fortgefahren.

4.4.4.1 Bestimmung der Akkommodationsleistung

Die Überprüfung der akkommodativen Einstellung auf nahe Objekte ist eine wichtige optometrische Untersuchung und erfolgt nach der refraktiven Fernüberprüfung mit dem Skiaskop. Das Ergebnis der MEM weicht in der Regel um +0,5dpt bis +0,75dpt vom Wert der statischen Skiaskopie ab. Dies ermöglicht eine gute Kontrolle derselben. Wird nun die statische Messung wiederholt und zeigt sich danach wieder eine deutlich höhere Differenz zwischen statischem Ergebnis und MEM, weist dies auf eine zu schwache Akkommodation hin und macht bei schulpflichtigen Kindern eventuell eine Nahkorrektur notwendig (Cagnolati, 1994, S.35).

4.4.4.2 Bestimmung des Akkommodationsnahpunktes

Die Bestimmung des Akkommodationsnahpunktes = push-up Verfahren ist ein einfaches Verfahren und wird mit einem Nahprüfgerät (zum Beispiel von Zeiss) durchgeführt, welche die Strichfigur nach Duane enthält. Dem fernkorrigierten Auge wird das Testzeichen solange angenähert, bis gerade Unschärfe eintritt. Diese Entfernung zum Auge ist der Akkommodationsnahpunkt und sein Kehrwert der maximale Akkommodationserfolg (Methling, 1996, S. 102).

4.4.4.3 Bestimmung des Konvergenznahpunktes

Die Bestimmung des Konvergenznahpunktes erfolgt binokular. Ein Objekt (zum Beispiel Stablampe mit Figur oben drauf) wird aus 50cm Entfernung langsam mittig zwischen den Augen zu diesen hin geführt. Sieht das Kind das Objekt doppelt oder erkennt der Prüfer, dass ein Auge die Fixation des Objektes aufgegeben hat, ist der Konvergenznahpunkt des Kindes erreicht. Dieser liegt bei Kindern normalerweise 8-10cm vor dem Auge (siehe Kapitel 3.3.4) (Pickwell, 1989, S.23).

4.4.4.4 Bestimmung des Akkommodations-Konvergenz-Verhältnisses

Das Zusammenwirken von Akkommodation und Konvergenz kann auf verschiedener Weise ermittelt werden. So kann mit der analytischen Messmethode der ACA-Quotient bestimmt werden, welcher das Verhältnis von akkommodativer und psychischer Konvergenz zur Akkommodation beschreibt. Die Messung des ACA-Quotienten erfolgt, in dem bei Aufhebung der Fusionsreize der Akkommodationsreiz durch Änderung der Objektentfernung verändert wird (Goersch, 1993, S. 86). Bei der Analytischen Methode wird die $AP=WF$ im Zusammenhang mit dem bei Fern- und Naheinstellung des Auges vorhandenen Konvergenz- und Divergenzvermögen bewertet. Aus der hierbei ermittelten Donderslinie ergibt sich der ACA-Quotient.

Der ACA-Gradient beschreibt das Verhältnis von akkommodativer Konvergenz zur Akkommodation. Die Messung des ACA-Gradienten erfolgt, in dem bei Aufhebung der Fusionsreize und bei konstanter Objektentfernung der Akkommodationsreiz für beide Augen gemeinsam durch optische Mittel verändert wird (Goersch, 1993, S. 86) Eine Änderung der Vergenz wird erreicht, in dem binokular sphärische Gläser (-1dpt) vorgesetzt werden. Anschließend wird die Veränderung der assoziierten Heterophorie = Winkelfehlsichtigkeit

(AP=WF) gemessen (Barnard, 1996, S. 170). Die Messung erfolgt nach der Bestimmung der AP=WF in der Nähe und kann mit dem Maddox-Wing-Test oder auch dem Kreuztest im Polatest durchgeführt werden.

4.4.5 Test zur Wahrnehmungsverbesserung durch Farbfolien

Eine Wahrnehmungsverbesserung durch Farbfolien oder farbige Brillengläser kann mit der Irlen-Methode getestet werden. Dieser Test wird von speziell ausgebildeten Screenern durchgeführt und erfolgt in drei Stufen. Als erstes werden Anamnesefragen zur Lesegewohnheit, subjektive Wahrnehmung und bevorzugte Vordergrundbeleuchtung gestellt. Anschließend kommen Testaufgaben zur Bestimmung des Irlen-Syndroms (siehe Kapitel 6.7.4) zur Anwendung. Zum Abschluss wird die Farbe bestimmt, mit welcher sich eine optische Wahrnehmungsverbesserung erreichen lässt (Höpfner, 2000, S. 45ff.). Der Einfluss von Farbfolien oder farbigen Brillengläsern auf das Leseverhalten und deren Korrektionsmöglichkeit werden in den Kapiteln 5.4.3 und 6.7.4 erläutert.

4.4.6 Tests zur Bestimmung der Lesegeschwindigkeit

Ein Test zur Bestimmung der Lesegeschwindigkeit wurde 1996 von Wilkins entwickelt. Mit diesem **Rate of Reading Test** kann die Lesegeschwindigkeit eines Menschen unter verschiedenen visuellen Bedingungen (zum Beispiel mit und ohne Farbkorrektur) gemessen werden. Er weist hohe visuelle aber minimale sprachliche und schematische Anforderungen auf (Höpfner, 2000, S. 63ff.). Dem Kind werden bekannte und einfache, kurze Wörter vorgelegt, die so schnell und so gut wie möglich innerhalb einer Minute vorgelesen werden sollen (Schroth, 2000c, S. 12).

Eine ins Deutsche übertragene Version des Rate of Reading Tests, der **Wilkins-Schroth-Test**, dient vornehmlich der Erfolgskontrolle nach der Verordnung einer Lesefarbfolie oder Prismenbrille. Er entspricht im Aufbau und Durchführung genau dem Rate of Reading Test, nur das hier entsprechend deutsche Wörter verwendet werden (Höpfner, 2000, S. 76ff.). Des Weiteren gibt es noch aufwendigere elektrophysiologische Tests zur Quantifizierung der Lesegeschwindigkeit und der Blicktätigkeit.

4.4.7 Test zur Bestimmung der Blicktichtigkeit

Beispielgebend für Tests zur Bestimmung der Blicktichtigkeit sei an dieser Stelle das Gerät Express-Eye des Blicklabors Freiburg erwähnt. Dieses misst die Reaktionszeit und Blickrichtung von Pro-Sakkaden (zum Reiz hin) und Anti-Sakkaden (in die entgegengesetzte Richtung). Das Gerät ermöglicht eine schnelle und einfache Messung der Qualität der Fixation, eine Kontrolle über reflexive Augenbewegungen und die Fähigkeit, willkürliche Blicksprünge auszuführen (Fischer; Biscaldi, 2000).

5 Korrektionsmöglichkeiten

In der Literatur lässt sich keine einheitliche Korrektionsphilosophie für Kinder finden. Die Meinungen differieren zwischen Teil- und Vollkorrekturen sowohl bei den Refraktionsfehlern als auch bei Augenstellungsfehlern. Beispiele für konventionelle diagnostische Verordnungskriterien sind im ersten Teil dieses Kapitels dargelegt. Diese sollten so nicht bei Kindern mit Lese-Rechtschreibproblemen angewendet werden, da gerade bei ihnen auch nach Korrekturen von unbedeutenden und normalerweise nicht korrektionsbedürftigen Sehfehlern nachweisliche Verbesserungen erreicht werden können.

5.1 Refraktionsfehler

Während des Emmetropisierungsprozesses der Augen in den ersten sechs Lebensjahren ist der Refraktionsstatus und somit der Refraktionsfehler nicht stabil. Werden in dieser Zeit Fehlsichtigkeiten nicht rechtzeitig erkannt, kann sich unter Umständen das Sehen nicht richtig entwickeln und bleibt zeitlebens auf einem niedrigen Niveau. Für gewisse auch noch recht große Hyperopien hat das kindliche Auge die Möglichkeit der Selbstkorrektion durch Akkommodation. Bei Myopie gibt es dies nicht. Hiervon ausgehend stellt sich die Frage, welcher Hyperopiewert in diesem Alter als normal anzusehen ist und ab welchem Wert Refraktionsfehler korrigiert werden sollten.

5.1.1 Hyperopie

Eine Hyperopie von 2dpt ist bei Babys und Kleinkindern mit stufenweiser Abnahme bei zunehmendem Alter normal. Die Grenze zu einer Hyperopie als Risikofaktor für die Entstehung eines Strabismus und/oder einer Amblyopie liegt bei $\geq 3,5\text{dpt}$ (Haase, W., 1995, S. 297f.). Die Hyperopie wird ab diesem Wert korrigiert. Liegt bei Kindern bereits ein Schief Fehler (Strabismus) in Verbindung mit einer Hyperopie vor, wird diese vollständig korrigiert (Borsting, 1999, S. 23f.; Mayer, 1993, S. 36). Bei Schulkindern empfiehlt Borsting (Borsting, 1999, S. 23f.) eine Korrektion der Hyperopie ab 1,5dpt, soweit keine sehbedingten Lese-Rechtschreibschwächen vorhanden sind. In diesem Alter ist der Emmetropisierungsprozess abgeschlossen und eine Hyperopie kein Normalfall mehr. Dass die Hyperopie dennoch oft nicht voll korrigiert wird, liegt sicherlich daran, dass Kinder ein sehr hohes Akkommodationsvermögen von mehr als 10dpt besitzen. Sie sind somit in der Lage, eine Hyperopie bis zu einer bestimmten Stärke problemlos durch Akkommodation auszugleichen.

5.1.2 Myopie

Nach der Geburt sind 20% der Babys myop, die meisten verlieren ihren Sehfehler jedoch ohne Intervention (Marsh-Tootle, 1999, S. 24). Besteht bei einem Kind bereits im 5. Lebensjahr eine Emmetropie, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich eine Myopie entwickelt, sehr hoch. Zwischen dem 6. und 12. Lebensjahr setzt die Juvenile Myopie ein, welche sich um so stärker ausprägt, je früher sie einsetzt (Berke, Münschke, 1996, S. 82).

Die Faktoren, welche die Myopisierung verursachen und wie diese beeinflussbar sind, sind Gegenstand vieler Forschungen. Grundlegend kann die Myopisierung die Folge einer Fehlregulierung des Wachstums, auch overgrowth genannt, sein (Berke, 2000, S. 27). Ob das Längenwachstum des Auges und damit die Verstärkung der Emmetropie bei Kindern durch eine Brillenkorrektion beeinflussbar ist, können die zur Zeit zur Verfügung stehenden Forschungsergebnisse noch nicht beantworten (Smith III, 2000, S. 23). Des Weiteren steuert die Qualität des Netzhautbildes die Wachstumsvorgänge der Netzhaut und der Sklera und damit die refraktive Entwicklung (Schaeffel, 2000, S. 1f). Auch genetische Faktoren werden für die Entstehung der Myopie verantwortlich gemacht. Die Vererbung der Myopie ist eine multifaktorielle Vererbung. Sollten die verursachenden Gene einmal bekannt sein, ist die Myopie nicht zwangsläufig behandelbar, da auch Umweltfaktoren, wie verstärkte Naharbeit und Ernährung beeinflussende Faktoren sind. Ob eine, an Tieren experimentell erprobte, medikamentöse Einflussnahme (Atropin, Perenzipin) auf die Myopieentwicklung bei den Menschen erfolgreich sein kann ist bisher nicht abzusehen. Hier spielen auch die Dauer der Anwendung, okuläre und systemische Nebenwirkungen eine Rolle (Berke, 2000, S. 29-33).

Da die Myopie den Visus herabsetzt und durch Akkommodation nicht ausgleichbar ist, haben kurzsichtige Kinder immer Probleme beim Sehen in der Ferne. Sie können beispielsweise Schulfreunde und Autos erst viel später erkennen oder können die Schrift an der Tafel gar nicht oder nur schlecht erkennen. Diesen Kindern sollte das Handikap des schlechten Sehens genommen werden. Erst eine entsprechende Korrektion des Sehfehlers ermöglicht ihnen eine beschwerdefreie Wahrnehmung ihrer Umgebung.

5.1.3 Anisometropie und Aniseikonie

Eine Anisometropie wird im Allgemeinen immer dann korrigiert, wenn ein Strabismus oder Amblyopie vorliegt. Des Weiteren empfiehlt Borsting (Borsting, 1999, S. 24) eine Korrektion bis zum Kleinkindalter (3,5 Jahre) ab 3dpt Anisometropie und bei Vor- und Schulkindern bei einer Anisometropie $>1,0\text{dpt}$ sowie einem Asigmatismus $>1,5\text{dpt}$.

Bei einer Korrektion der Anisometropie ist zwischen einer Brillenglas- oder Kontaktlinsenkorrektion abzuwägen. Bei Blickbewegungen hinter einem Brillenglas werden je nach Fixationsrichtung wegen der unterschiedlichen prismatischen Nebenwirkungen unterschiedliche fusionale Vergenzen notwendig. Dies kann zu Sehbeschwerden führen. Haben jüngere Anisometrope Beschwerden im Nahbereich, ist zu bedenken, dass eine Anisometropie bei Korrektion mit Brillengläsern zu unterschiedlichen Akkommodationserfolgen beider Augen führen kann (Methling, 1996, S. 101). Durch eine Anpassung von Kontaktlinsen können die beschriebenen Auswirkungen von Anisometropie-Korrekturen durch Brillengläser vermieden werden.

Bei der Korrektion einer Aniseikonie ist die Qualität des Binokularsehens zu beachten (Rosner, 1982, S. 343). Liegt eine Orthophorie oder eine rein motorisch kompensierte assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF) vor, kann ein Bildgrößenunterschied bis zu 4% fusioniert werden. Bei Orthophorie wird in Einzelfällen auch ein Bildgrößenunterschied von 7% fusioniert. Liegt hingegen eine AP=WF mit sensorisch kompensierter Fixationsdisparation vor, so ist sehr oft nur ein Bildgrößenunterschied bis zu 1% fusionierbar. In diesem Fall lassen sich bestehende Fusionsprobleme oft schon durch eine binokulare Vollkorrektion beheben (Cagnolati, 1984, S. 12ff.; Ringleb, 1999).

5.1.4 Astigmatismus

W. Haase und A. Hohmann (Haase; Hohmann, 1987, S. 233) erachten einen Astigmatismus im ersten Lebensjahr sowie Marsh-Tootle (Marsh-Tootle, 1999, S. 24) in den meisten Fällen bis zum dritten Lebensjahr ohne zusätzliche sphärische Refraktionsfehler als nicht korrektionsbedürftig. Eine regelmäßige Überprüfung würde ausreichen. Marsh-Tootle empfiehlt im Alter von 2 - 3,5 Jahren die Korrektion des halben Messwertes bei Astigmatismus $> 2,5\text{dpt}$ oder in Verbindung mit einem anomalen sphärischen Refraktionsfehler. Ab 3,5 Jahren wird der volle Messwert gegeben bei Astigmatismus $> 2\text{dpt}$ und bei Astigmatismus in Verbindung mit einem anomalen sphärischen Refraktionsfehler.

5.2 Kinder mit Lese-Rechtschreibproblemen

Die individuelle Beeinträchtigung durch einen Sehfehler im ein- und beidäugigen Sehen kann bei jedem Menschen unterschiedlich stark sein. So können bei manchen schon kleine Sehfehler asthenopische Beschwerden hervorrufen. Zusätzliche längere umweltbedingte Belastungen, wie beispielsweise häufige Nahtätigkeiten oder eine LRS, stehen in Wechselbeziehung zu den visuellen Störungen. Ab einer bestimmten umweltbedingten Belastung können symptomatische Anomalien hervorgerufen werden, wodurch starke Probleme in der Nähe und beim Lesen entstehen.

Auf Grund von Studien, wie sie im Kapitel 6.8.1 auszugsweise beschrieben sind, wird bei Kindern mit LRS empfohlen, auch kleinste Fehlsichtigkeiten zu korrigieren. Denn gerade bei Korrekturen von dem Anschein nach unbedeutenden Hyperopien, Astigmatismen und assoziierte Phorien = Winkelfehlsichtigkeiten, welche nach konventionellen diagnostischen Kriterien keiner Korrektur bedürfen, konnten eine deutliche Verminderung der Auffälligkeiten und Verbesserung des Leseverständnisses (Lie, 1989, S. 8) bis hin zur Zurücknahme der LRS-Diagnostik in Einzelfällen (Wulff, 1998, S. 32; Motsch; Mühlendyck, 2000) erreicht werden. Bringen Korrekturen von refraktiven Sehfehlern keine Verbesserung der visuellen Beschwerden, sollten Probleme im beidäugigen Sehen vermutet und korrigiert werden.

5.3 Prismatische Korrektur

Eine assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF) stellt zu 75% den Normalfall im Binokularsehen dar (Stollenwerk, 1998, S. 6). Nicht korrigierte Abweichungen im beidäugigen Sehen können aber bei jedem Menschen zu unterschiedlich starken Beeinträchtigungen führen. Zwischen der Größe einer AP=WF und der Heftigkeit der Probleme scheint es keinen direkten Zusammenhang zu geben (Wulff, 1998, S. 32f.). So gibt es Kinder, die bei hoher AP=WF unauffällig sind und umgekehrt gibt es Kinder, die mit sehr kleinen AP=WF sehr große Beschwerden haben. Eine nach der Mess- und Korrektions-Methodik nach H. J. Haase (MKH) bestimmte prismatische Korrektur sollte dann ausgeführt werden, wenn damit die bestehenden Probleme und Befindlichkeitsstörungen gemindert werden können (Wulff, 2000, S. 16). Bei einer LRS verbunden mit Anstrengungsbeschwerden (asthenopischen Beschwerden) sollten auch kleinste binokulare Fehlsichtigkeiten korrigiert werden, um ein anstrengungs- und beschwerdefreies Sehen zu ermöglichen, was sich positiv auf den Leselernprozess auswirkt. Erfolge mit Korrekturen der AP=WF nach MKH wurden in der Vergangenheit von Lie, Wulff, Pestalozzi und Schroth beschrieben. In den durchgeführten Studien haben sich die nach dieser

Methode bestimmten AP=WF - Korrekturen als ein geeignetes Mittel erwiesen, ideale Sehfunktionen wiederherzustellen, subjektive Beschwerden zu verringern und damit auch die Leseleistung zu verbessern (Schroth, 2000a, S. 4).

5.4 Probleme beim Sehen in der Nähe

Probleme beim Sehen in der Nähe können durch assoziierte Phorien = Winkelfehlsichtigkeiten mit Fixationsdiparation, Akkommodationsstörungen oder durch Störungen im Akkommodations-Vergenz-Verhalten hervorgerufen werden. Sie werden entsprechend durch prismatische Verordnung, Nahbrillenverordnung oder Visualtraining korrigiert.

Eine prismatische Vollkorrektur der Augenstellungsfehler in der Ferne nach der MKH-Methodik kann nach H.-J. Haase (Haase, 1995, S. 130ff., 209, 231) die meisten Fälle von Nahsehproblemen wie Konvergenzinsuffizienz und Konvergenzexzess beseitigen.

5.4.1 Nahbrillenverordnung

Wenn auch Probleme im Nahsehen in einer assoziierten Phorie = Winkelfehlsichtigkeit begründet sein können, lassen sich dennoch in vielen Fällen mit einer Nahbrille als einfachere und kostengünstigere Möglichkeit gute Erfolge erzielen (Lahme, 1997, S. 40f.). Durch eine Nahbrille sind Probleme im Akkommodations- und Vergenzsystem, Akkommodationsschwäche oder Konvergenzexzess gut korrigierbar. Durch die positive Brillenglaswirkung erscheint das Objekt weiter entfernt, so dass der Akkommodationsbedarf reduziert ist und auf diese Weise auch die akkommodative Konvergenz reduziert wird.

Konvergenzinsuffizienz kann zum Beispiel bei jungen Leuten, die noch über ausreichend Akkommodation verfügen, durch eine negative Addition korrigiert werden. Durch die negative Brillenglaswirkung wird ein zusätzlicher Akkommodationsbedarf hervorgerufen, wodurch die akkommodative Konvergenz stimuliert wird (Barnard, 2000, S. 10f.). Darüber hinaus kann durch adäquates Konvergenztraining in vielen Fällen die Konvergenzinsuffizienz verringert werden.

5.4.2 Visualtraining

Das Visualtraining dient der Verbesserung der visuellen Wahrnehmung und dem Training verschiedener Sehfunktionen, wie zum Beispiel der Vergenz und der Akkommodation sowie der Augenbewegung. Es kann unabhängig oder in Verbindung mit einer Brillenverordnung

angewendet werden. Obwohl es sehr umfangreiche Möglichkeiten des Visualtrainings gibt, wird es in Deutschland noch nicht in dem gleichen Maße angewandt, wie in anderen Ländern, zum Beispiel den USA oder den Benelux-Staaten.

5.4.2.1 Auge-Hand-Koordination mit dem Talking Pen

Mit dem Talking Pen wird die Auge-Hand-Koordination trainiert. Es handelt sich dabei um einen Stift mit einem Sensor. Dieser Sensor erzeugt bei Berührung einer hellen Fläche einen Ton. Der Talking Pen wird zusammen mit einem Buch angewendet, in welchem schwarze Figuren, Formen oder Buchstaben auf weißem Grund dargestellt sind. Der Stift wird auf den schwarzen Figuren entlanggeführt. Eine abgewandelte Variante, mit einem spitzen Bleistift Buchstaben in einer Zeitung nach zuzeichnen, ist einfach zu Hause durchzuführen (Cagnolati, 2000).

5.4.2.2 Konvergenztraining mit dem Perlkettentrainer

Mit dem Perlkettentrainer lässt sich das Zusammenspiel von Akkommodation und Konvergenz sowie die Fixation und Augenbeweglichkeit üben. Auf einer Kette befinden sich drei verschieden farbige Perlen. Die übende Person hält das eine Ende der Kette in Armes Länge und das andere Ende so, dass es seine Nasenspitze berührt. Zu Beginn der Übung wird die entfernteste Perle fixiert. Diese wird dabei einfach gesehen. Die anderen beiden Perlen und die Kette wird doppelt wahrgenommen, wobei sich der Abstand der Doppelbilder zur Nase hin vergrößert. Danach wird die mittlere Perle fixiert und somit einfach gesehen. Die Perle davor und dahinter sowie die Kette wird wieder doppelt gesehen. Die Doppelbilder der Kette erscheinen an der Stelle der einfach gesehenen Perle gekreuzt (Barnard, 2000, S. 11). Dieser Ablauf wird mehrmals durchgeführt, wobei die Geschwindigkeit des Fixationswechsels und/oder der Abstand der Perlen geändert werden kann (Collier, 1999, S. 42).

5.4.2.3 Augenbewegungsübungen

Etwa ab dem sechsten Lebensjahr sollten koordinierte Augenbewegungen unabhängig von der Kopfbewegung erfolgen. Ist dies nicht so, können Augenbewegungsübungen helfen, die Augenbewegung unabhängig von der Kopfbewegung zu erlernen. Das Kind wird aufgefordert, mit geschlossenen Augen bewusst nach rechts und links, oben und unten, diagonal und im Kreis

zu blicken. Anschließend werden diese Augenbewegungen mit geöffneten Augen wiederholt. Während der Übungen sollte das Kind nicht aufgefordert werden, den Kopf ruhig zu halten (Lahme, 1997, S. 43).

5.4.3 Weitere Korrekturen bei LRS

5.4.3.1 Farbkorrektion

Voraussetzung für die Anwendung von Farbkorrektion ist in jedem Fall die optimale Korrektur einer vorhandenen Fehlsichtigkeit. Als erstes wird mit dem im Kapitel 4.4.5 beschriebenen Test ermittelt, ob sich das Lesen durch eine Farbfolie verbessern lässt. Wurde eine Farbe ermittelt, welche die optische Wahrnehmung verbessert, erfolgt die Farbkorrektion in zwei Stufen. In der ersten Stufe wird die Farbfolie vier Wochen lang freiwillig verwendet. Ist diese Anwendung erfolgreich, kann auf Wunsch mit der zweiten Stufe begonnen werden, welche darin besteht, den Effekt der Folien mit farbigen Brillengläsern zu realisieren. Verschiedene Studien (Lightstone u.a., 1999, S. 279; Wilkins u.a., 1994, S.365-370; Menacker u.a., 1993, S. 213-218) konnten eine Verbesserung der Lesegeschwindigkeit bei der Verwendung von Farbfolien oder farbigen Brillengläsern nachweisen. Bei der Anwendung farbiger Brillengläser konnte eine Verbesserung der Lesegeschwindigkeit nur nachgewiesen werden, wenn deren Farbauswahl nach einer farbigen Lichtquelle ausgewählt wurde (Lightstone u.a., 1999, S. 279). Die Farbe der Folie kann nicht auf die Farbe der Brillengläser übertragen werden, da erstere eine farbige Oberfläche erzeugen, während farbige Brillengläser eine Veränderung der Lichtquellenfarbe nachahmen. Ob eine Farbfolie oder Brillengläser verwendet werden, muss jeder für sich entscheiden. Farbfolien sind eine einfache und preiswerte Möglichkeit. Sie sind aber beim Wechsel von Lesen und Schreiben umständlicher anzuwenden als eine Brille (Höpfner, 2000, S. 49ff.).

5.4.3.2 Training der Blicksteuerung

Im Blicklabor Freiburg wurde ein kleines handliches Gerät, FixTrain, entwickelt, welches ein tägliches Üben der Blicksteuerung, stationäre Fixation, gezielte Blicksprünge und willentliche Blicksprünge ermöglicht. Es soll dabei helfen, eventuelle Entwicklungsrückstände zu beheben und bessere Voraussetzungen für flüssiges und fehlerfreies Lesen zu schaffen (Fischer; Biscaldi, 2000).

6 Lese - Rechtschreibschwäche

Für alle Bevölkerungsgruppen, egal welchen Alters und welcher Ausbildung, ist das Lesen und Schreiben von großer Bedeutung und entscheidend, um im täglichen Leben zurechtzukommen und sich soziale, kulturelle und berufliche Bereiche öffnen zu können. 35 Millionen Erwachsene, das sind 20% der Bevölkerung, haben ernsthafte Probleme mit alltäglichen Leseaufgaben (McAlister, 1996, S. 11). Dies ergibt beispielsweise Probleme beim Lesen von Zeitungen, Medikamentenbeipackzetteln oder Instruktionmaterialien. Schlecht lesen zu können erschwert einfache Dinge des täglichen Lebens, wie beispielsweise die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel, weil die Fahrpläne nicht entziffert werden können.

Für Kinder ist das Erlernen der Sprache in Wort und Schrift eine grundlegende Voraussetzung für eine erfolgreiche Schullaufbahn und darauf aufbauend bedeutend für die Berufswahl und das erreichbare Berufsniveau. Haben Kinder Probleme beim Lesen und Schreiben und können dadurch den allgemeinen schulischen Anforderungen nicht folgen, hat das auch Auswirkungen auf fast alle anderen Unterrichtsfächer. Sie werden von Lehrern und Mitschülern häufig zu Unrecht für weniger begabt, dumm oder faul gehalten. Geben sich die Kinder redlich Mühe im Erlernen des Lesens und Schreibens und scheitern trotzdem immer wieder, bleibt dies nicht ohne Folge auf deren individuelle Persönlichkeitsentwicklung. Einige Kinder ziehen sich zurück und sind ruhig und unauffällig, andere versuchen durch besonders auffälliges Verhalten, Interesse bei Mitschülern zu erwecken.

Schon frühzeitig beginnen die Kinder am Computer zu spielen, zu arbeiten und das Internet als Informationsquelle zu nutzen. Diese Nutzung und der Austausch darüber bleibt Kindern mit Lese- und Schreibschwierigkeiten vorenthalten.

6.1 Rückblick

Die Entwicklung der Schriftsprache ging einher mit der Entwicklung visuell vorgegebener Informationen zum Zweck zwischenmenschlicher Beziehungen. Bevor der Mensch schreiben und lesen kann, spricht er. Um die Verständigungsmöglichkeiten zu erweitern, entwickelte der Mensch aus der anfänglichen Bildschrift (Piktogramme) die Schriftsprache. Diese ermöglicht es, hörbares der gesprochenen Sprache durch Visuelles (den Schriftzeichen) deutlich zu machen. Die alphabetische Schriftsprachenentwicklung war gegen Ende des 19. Jahrhunderts abgeschlossen und gehörte von nun an zu einer der wichtigsten zu erlernenden Kulturtechniken.

Schwierigkeiten in dem Erlernen der Sprache in Schrift und Bild wurden zu einem Problem. Erste Hinweise auf dieses Phänomen finden sich zu dieser Zeit in mehreren Ländern.

Im deutschen Sprachraum publizierte der praktische Arzt Oswald Berkhan in Braunschweig erstmals 1885/86 über „Die Störung der Schriftsprache“ und berichtet von einem Jungen, der im Diktat Buchstaben verwechselt „gerade wie es Stammelnde beim Sprechen tun“ (Suchodoletz, 1999, S. 1). Der englische Augenchirurg Morgan definierte 1896 die Störung der Schriftsprache als eigenständiges klinisches Syndrom. Er prägte den Begriff „angeborene Wortblindheit“ um die Störung des Erwerbs der Lese-Rechtschreibfähigkeit von dem Verlust einer bereits erworbenen Lesefähigkeit abzugrenzen. Dieser Verlust wurde als „erworbene Wortblindheit“ beschrieben und kann zum Beispiel durch Hirnerkrankungen bzw. Hirnverletzungen verursacht sein (Warnke, 1992, S. 17-18).

Seit dieser Zeit werden Schwierigkeiten im Lesen und Schreiben weltweit vom anatomischen, erzieherischen, genetischen, neurologischen, kognitiven, verhaltensforscherischen und emotionalen Standpunkt aus erforscht (Wright, 1995, S. 14). Auf Grund der unterschiedlichen Betrachtungsweisen der jeweiligen Untersuchungsrichtungen haben sich eine Fülle von Bezeichnungen, Definitionen und Ergebnissen der Ursachenforschung ergeben. Diese Betrachtungsweisen sind nicht miteinander abgestimmt, nehmen die anderen oft gar nicht wahr und sind sogar mitunter widersprüchlich.

Bei der Sichtung von Literatur zum Thema LRS fällt auf, dass Untersuchungen rechtschreibschwacher Kinder sich in einer Vielzahl von Bezeichnungen finden. So wird in den angelsächsischen Ländern das Wort Legasthenie nicht gebraucht, dort werden Bezeichnungen wie „Reading disability“, „specific reading difficulty“ oder „Dyslexie“ synonym verwendet (Haberich, 1976, S. 123). Im deutschen Sprachraum ist die Verwendung der Begriffe „Legasthenie“, „Lese-Rechtschreibstörung“, „umschriebene Lese-Rechtschreibschwäche“ oder auch „Lese-Rechtschreibschwäche“ üblich. Die unterschiedliche Namensgebung ist oft nicht nur eine bloße Frage der Nomenklatur, sondern prinzipiell auch Ausdruck der Mannigfaltigkeit von Störungen des Erwerbs von Lesen und Rechtschreibung. Es zeigt auch, welche verschiedenen theoretischen Annahmen die Autoren machen (Warnke, 1992, S. 22). Darüber hinaus ist es ein Zeichen für Abgrenzungsversuche zu vorübergehenden legasthenischen Erscheinungsbildern, wie sie durch Erkrankung, besondere seelische Belastung oder auch einen Schulwechsel entstehen können (Bayrisches Staatsministerium). Innerhalb dieser Diplomarbeit werden Probleme im Erlernen des Lesens und der Schriftsprache als Lese-Rechtschreibschwäche (LRS) bezeichnet.

6.2 Soziales Umfeld als Einflussfaktor auf den Lernprozess

Während zum Ende der siebziger Jahre in den USA die Ursachenforschung in allen Wissenschaftszweigen durch reichlichere Forschungsmittel erweitert werden konnte, entstand in Deutschland eine Anti-Legasthenie-Bewegung, in deren Folge der Legasthenie-Begriff 1978 durch die Kultusminister-Konferenz abgeschafft wurde (Klasen, 1995, S. 44). Die Schuld am Versagen der Kinder wurde hauptsächlich in die Bereiche Schule und Elternhaus, also in das soziale Umfeld des Kindes delegiert.

6.2.1 Familie

Das Lesen- und Schreibenlernen ist ein in hohem Maße komplexer Prozess, so dass es viele Störungsursachen gibt, die diese Fähigkeit beeinträchtigen können. Eine Rolle spielen hierbei sicherlich in nicht geringem Maße das soziale Umfeld, in dem ein Kind aufwächst, und die Frage, in wieweit das Interesse für Lesen und Schreiben gefördert wird. Bei einem Vergleich von Leistungen und Umweltbedingungen bei lese-rechtschreibschwachen Kindern fand Valtin (Valtin, 1970) alle Merkmale der sozialen Unterschicht und schloss daraus, dass es sich in den meisten Fällen ausschließlich um eine Milieuschädigung handelt. Zu den Merkmalen der Unterschicht gehören u.a. schlechte Wohnverhältnisse, hohe Geschwisterzahlen, niedriges Bildungsniveau, geringes Leseinteresse und frühere Lernschwierigkeiten der Eltern. Dies kann aber nicht als Ausschlusskriterium gelten, da dem gegenüber zahlreiche Kinder stehen, die beträchtliche Schwierigkeiten beim Erlernen des Lesens und Schreibens haben, aber keinesfalls der sozialen Unterschicht angehören. Genauso gibt es Kinder mit zum Teil extremer LRS obwohl sie in den besten, schulisch hochmotivierten Familien mit gehobenem Sprachniveau leben. Sicherlich ist das soziale Umfeld nicht ohne Belang für die schulische Entwicklung, doch wird dies nicht mehr als verursachender, sondern, wie im Kapitel 6.5 erläutert wird, nur noch als erschwerender Faktor angesehen (Schenk-Danzinger, 1991, S. 32f).

6.2.2 Schule

Die Schule ist ein Ort, in dem sich die Kinder einen Großteil ihres Wissens und Könnens aneignen. Dort sind die Lehrerinnen und Lehrer Ansprechpartner und Bezugspersonen des Kindes. Eine gute Lehrer-Kind-Beziehung ist eine wichtige Voraussetzung für das Lernen. Kinder kommen mit sehr unterschiedlichen Voraussetzungen in die Schule. Während die einen schon lesen können, haben andere noch keinerlei Beziehung zur Welt der Buchstaben aufgebaut.

Diesen unterschiedlichen Voraussetzungen kann ein Unterricht nicht entsprechen, der auch heute noch überwiegend als Frontalunterricht erteilt wird. Der Erfolg des Lernens ist auch von der zum Erlernen des Lesens und Schreibens angewandten Methode geprägt, für welche hier die Ganzwortmethode und die Lautiermethode als Beispiel genannt seien. Findet ein Lehrerwechsel statt, der vielleicht auch noch mit einem Wechsel der Unterrichtsmethode einhergeht, kann das den Lernprozess erheblich beeinflussen (Meissner, 1999, S. 19f).

Mit Sicherheit wird das normale Erlernen der Schriftsprache beeinflusst von außerhalb des Kindes liegenden Umständen, wie die Erziehung, Schule, Gesellschaft und Umwelt. Diese Umstände können eine LRS nicht verursachen, aber wesentlich auf ihren Verlauf einwirken (Klasen, 1995, S. 47).

6.3 Begriffsdefinition Lese-Rechtschreibschwäche (Legasthenie)

Immer wieder fallen Kinder auf, bei denen keine der im Kapitel 6.2 beschriebenen Fälle zutreffen, die trotz guter Intelligenz, Gesundheit und bester Umfeldvoraussetzung unerwartete Schwierigkeiten mit dem Erlernen des Lesens und Schreibens haben. Dieses unerwartete Auftreten der Leseschwierigkeiten findet sich als eine Gemeinsamkeit in den meisten Definitionen. Unerwartet beschreibt dabei das Missverhältnis zwischen der Fähigkeit (Alter, IQ) und dem Erreichten. So definierte Linder 1951 die LRS als eine spezielle, aus dem Rahmen der übrigen Leistungen fallende Schwäche im Erlernen des Lesens (und indirekt auch des selbständigen, fehlerfreien Schreibens) bei sonst intakter oder – im Verhältnis zur Lesefertigkeit - relativ guter Intelligenz (Linder, 1951, S. ff.).

Der Bundesverband Legasthenie e.V. beschreibt in der Fassung von 1994 die Lese-Rechtschreibschwäche (synonym mit Legasthenie) als eine umschriebene Störung im Erlernen der Schriftsprache. Diese Störung ist nicht auf eine allgemeine Beeinträchtigung der geistigen Entwicklung oder auf unzureichenden Unterricht zurückzuführen und auch nicht erziehungs- oder milieubedingt erklärbar. Vielmehr ist die LRS das Ergebnis von Teilleistungsschwächen der Wahrnehmung, Motorik und/oder der sensorischen Integration, bei denen es sich um anlagebedingte und/oder durch äußere schädigende Einwirkungen entstandene Entwicklungsstörungen von Teilfunktionen des zentralen Nervensystems handelt. Das Erlernen der Schriftsprache ist integraler Teil des Erlernens sprachlicher Kompetenz, die sich aus dem Zusammenwirken vielfältiger Wahrnehmungs- und Ausdrucksfunktionen ergibt. Störungen in diesem komplexen System können eine Lese-Rechtschreibschwäche (Legasthenie, Dyslexie) hervorrufen. (Bundesverbandes Legasthenie e.V., ohne Jahr, S. 1-9)

6.4 Häufigkeit der Lese– Rechtschreibschwäche

Die Frage nach der Häufigkeit der Lese-Rechtschreibschwäche ist, obwohl es viel Zahlenmaterial gibt, nicht einfach zu beantworten. Die jeweilige Statistik ist davon abhängig, was unter LRS verstanden wurde und ob auch leichtere oder nur schwere Fälle aufgenommen wurden. Der Bundesverband Legasthenie e.V. geht von etwa 15% aller Schüler des 2. und 3. Grundschuljahres aus, die Schwierigkeiten beim Erlernen der Schriftsprache haben. Die Hälfte dieser Kinder ist im Sinne der Definition als lese-rechtschreibschwach einzustufen und wiederum die Hälfte dieser Gruppe als schwer lese-rechtschreibschwach. Dies deckt sich mit den Angaben von Klasen (Klasen, 1995a, S. 20) aus dem Jahre 1994, wonach die Zahl der Schulkinder des 2. und 3. Schuljahres mit Lese- und Rechtschreibstörungen bei bis zu 7% anzunehmen ist, wobei 4% der Kinder schwere umschriebene Beeinträchtigungen im Lesen und Rechtschreiben haben.

In der Verteilung der betroffenen Mädchen und Jungen gibt es neue Erkenntnisse. Stephenson stellte schon 1904 fest, dass die Anzahl der betroffenen Jungen die der Mädchen übertreffe. Die Dominanz der Jungen war bis zur Gegenwart gesicherter Befund (Warnke, 1992, S. 20). Shaywitz (Shaywitz, 1999, S. 1) kam zu abweichenden Schlüssen. Er beobachtete über mehrere Jahre die Schullaufbahn einer großen Anzahl von Kindern. Dabei stellte sich heraus, dass fast genauso viele Mädchen wie Jungen von LRS betroffen sind. Bisherige Forschungen widmeten sich nur als lese-rechtschreibschwach eingestuften Kindern, hier hingegen wurden alle Kinder beobachtet. Dies lässt vermuten, dass viele lese-rechtschreibschwache Mädchen während ihrer gesamten Schullaufbahn unerkannt bleiben.

6.5 Ursachen der Lese-Rechtschreibschwäche

6.5.1 Überblick

„In der klassischen LRS-forschung bestand von Anfang an der Verdacht, dass die Schwierigkeiten, Lesen und Rechtschreiben zu erlernen, bei normal intelligenten, weder lern- noch milieumäßig vernachlässigten Kindern etwas *mit mangelnder Funktionstüchtigkeit jener zentralen Instanzen* [!] zu tun haben müssten, die den Leseakt beeinflussen“ (Schenk-Danzinger, 1991, S. 81). Die LRS wird nach der internationalen Klassifikation der Erkrankungen der WHO als eine umschriebene Entwicklungsstörung des Lesens und Schreibens definiert und ist nach medizinischem Konzept auf eine Funktionsstörung des Gehirns zurückzuführen. Im Gegensatz zu der Annahme am Beginn der LRS-Forschung, dass diese allein auf eine Ursache

zurückzuführen sei, besteht heute weitestgehend Übereinstimmung darin, dass mehrere Faktoren eine Rolle spielen. Zum einem sind genetische Faktoren verantwortlich, zum anderen spielen Annahmen einer Störung der auditiven, sprachlichen und der visuellen Informationsverarbeitung eine wichtige Rolle in der Ursachenforschung der LRS. Eine Übersicht der in Erwägung zu ziehenden Einflussfaktoren ist in Tabelle 6 zusammengestellt, ohne dabei einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Des Weiteren werden im Folgenden einige aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt, um dann später hauptsächlich die Aspekte der visuellen Beeinflussung zu betrachten (ab Kapitel 6.6).

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Abweichung in der Gehirnstruktur, wobei das Zusammenwirken der beiden Gehirnhälften nicht funktioniert- Normabweichungen neuroanatomischer und hirnfunktioneller Merkmale- Verbindung mit verschiedenen Fehlleistungen: phonologische Schwächen; Schwierigkeiten bei der zeitlichen Verarbeitung visueller und auditiver Reize sowie deren Abhängigkeit von Aufmerksamkeitsprozessen und Schwächen der motorischen Steuerung- Raumlageprobleme, Raumorientierungsstörungen- Unregelmäßige Blicksteuerung und binokuläre Instabilität- Seh- und Hörschwächen- Erbfaktoren |
|--|

Tabelle 6: Mögliche Ursachen zur Entstehung einer Lese- Rechtschreibschwäche

6.5.2 Genetische Faktoren

Lange Zeit bestand die Annahme, die Lese-Rechtschreibschwäche sei in jedem Falle angeboren und erblich (Haberich, 1976, S. 125). Heute weiß man ziemlich sicher, dass die LRS angeboren oder erworben sein kann und geht von etwa 40% streng ererbter LRS aus. So hat Wolff (Amorosa, 1998, S. 3) bei Untersuchungen von schwer lese-rechtschreibschwachen Kindern ein familiäres Vorkommen in etwa der Hälfte der Fälle gefunden. Bisherigen Untersuchungen zu Folge liegen für die LRS verantwortlich gemachte Gene auf den Chromosomen 6 und 15. Es ist jedoch nicht geklärt, warum manche mit dieser Genvariante ausgestatte Personen eine LRS entwickeln und andere nicht (Schenk-Danzinger, 1991, S. 96). Ebenso unsicher ist man sich, was tatsächlich genetisch übertragen wird.

6.5.3 Minimale cerebrale Dysfunktion

Minimale cerebrale Dysfunktionen (MCD) nimmt Warnke (Warnke, 1992, S. 11) als eine mögliche Ursache von Lese-Rechtschreibschwäche an. Diese kann durch gesundheitliche Schädigungen in der Schwangerschaft, während und nach der Geburt entstehen. Einige wichtige Beispiele sind in der zusammengestellt.

Schwangerschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Infektionskrankheiten der Mutter (Toxoplasmose, Röteln) - Drogen (Medikamente, Rauchen, Alkohol) - chronische Gesundheitsprobleme (Allergien, Diabetis)
Geburt	<ul style="list-style-type: none"> - Quetschungen des Kopfes - Verlängerung des Geburtsvorganges
Nach der Geburt	<ul style="list-style-type: none"> - Infektionen (Meningitis) - Toxine, Medikamente - Jede infektiöse oder fieberhafte Erkrankung (Scharlach, Keuchhusten, Masern, Grippe)

Tabelle 7: Mögliche Entstehungsursachen einer minimalen cerebralen Dysfunktion (MCD)

Bei den beschriebenen Ereignissen ist zu beachten, dass diese Teilleistungsschwächen verursachen können aber nicht müssen. So muss nicht jedes Kind auf Grund einer MCD tatsächlich eine Lern- und Verhaltensstörung entwickeln, da die Plastizität des kindlichen Gehirns die Übernahme einer Funktion durch eine Ersatzregion gestattet (Schenk-Danzinger, 1991, S. 80). Ebenso wenig lassen sich nicht für alle lese- und rechtschreibschwachen Kinder eine MCD nachweisen, so dass der genauere Zusammenhang noch unklar ist (Warnke, 1992, S. 11).

6.5.4 Störungen in der Dominanzentwicklung

In den zwanziger Jahren wurde von dem Amerikaner Orten (Orten, 1937) vermutet, dass die Linkshändigkeit und andere Störungen der Dominanzentwicklung zu einer LRS führen. Seither bemerkten viele Forscher, die sich mit einzelnen Fällen von LRS intensiver beschäftigt haben, das relativ häufige Vorkommen von Linkshändigkeit oder Beidhändigkeit. Zahlreiche Untersuchungen zur Händigkeit, Beinigkeit, Äugigkeit, Ohrigkeit und gekreuzte Dominanz

wurden bei Kindern mit LRS und deren Familien durchgeführt, ohne dass ein Beweis für die Dominanzstörung bzw. eine gestörte Koordination zwischen den Hirnhemisphären hergestellt werden konnte (Suchodoletz, 1998, S. 4). Dennoch sind die Meinungen bezüglich des Zusammenhangs zwischen LRS und „Nichtrechtshändigkeit“ geteilt. Einige lehnen jeden Zusammenhang ab, andere finden ihn eindeutig und andere wieder deuten eine Möglichkeit an. Schenk-Danzinger fasst zusammen, dass Linkshändigkeit kein ausreichender Grund zur Entstehung von LRS ist, sondern noch andere Faktoren im Spiel sind. Welche genau, entzieht sich noch dem Wissen, vermutet wird jedoch eine besondere Störung in der zerebralen Organisation (Schenk-Danzinger, 1991, S. 86-90).

6.5.5 Sprachstörungen und Lese-Rechtschreibschwäche

Es ist bekannt, dass Lese-Rechtschreibstörungen und Sprech- bzw. Sprachentwicklungsstörungen häufig gemeinsam vorkommen, wenn auch nicht das Eine gleichzeitig das Andere bedingt und nicht von einer homogenen Gruppe ausgegangen wird. Die Häufigkeit der lese-rechtschreibschwachen Kinder mit auftretenden Sprech- und Sprachstörungen liegt je nach Definition zwischen 40% und 75%. Es gibt in beiden Gruppen eine Reihe von Gemeinsamkeiten, wie zum Beispiel das gehäufte Auftreten innerhalb einer Familie oder die Defizite in der Verarbeitung zeitlicher Parameter, wie der auditiven und der visuellen Wahrnehmung. Ebenso finden sich Defizite in der Bearbeitung phonologischer Aufgaben und eine erniedrigte Benennungsgeschwindigkeit. Man nimmt an, dass diese Defizite das Lesen und Schreiben in unterschiedlicher Weise beeinflussen (Amorosa, 1998, S. 1-5).

6.6 Beziehung zwischen Sehanomalien und Lesefähigkeit

Bis in die Gegenwart wird eine mögliche Beteiligung visueller Anomalien und sehbedingter Störungen an der Ätiologie von Lese- Rechtschreibproblemen untersucht. In der Vergangenheit wurde immer wieder versucht, die LRS hauptsächlich als Folge einer visuellen Wahrnehmungsstörung zu erklären. Refraktionsfehler, Störungen des Binokularsehens und der Blicksteuerung wurden bei einem Teil der Lese-Rechtschreibschwachen gefunden, jedoch ist der ursächliche Zusammenhang heftig umstritten und bisher nicht eindeutig nachgewiesen.

Einige Untersuchungen, bei denen leseschwache Probanden mit Testpersonen mit normaler Lesefähigkeit hinsichtlich der Häufigkeit visueller Anomalien verglichen wurden, stellen einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen fest. Jedoch fallen die Ergebnisse hinsichtlich

der Frage, welche visuellen Anomalien mit Leseschwierigkeiten korrelieren, uneinheitlich aus (Lie, 1989, S. 3). Des Weiteren werden die Ergebnisse einiger dieser Studien wegen methodischer Fehler angezweifelt (Schroth, 2000a, S. 2; Wright, 1995, S. 18; Garzia, 1996, S. 111f). Andere Untersuchungsergebnisse weisen einen Zusammenhang gänzlich zurück. So wurden in einer neueren groß angelegten Studie aus Schweden keine signifikanten Unterschiede optometrischer Daten von Lese-Rechtschreibschwachen und einer Kontrollgruppe festgestellt (Schroth, 2000a, S. 2).

Die Frage der Gewichtung visueller Ursachen beim Auftreten von LRS ist sicherlich auch heute noch offen. Vorhandene Sehprobleme müssen nicht zwingend zu Lese- und Rechtschreibschwierigkeiten führen, genauso wenig, wie Lese- Rechtschreibschwierigkeiten vorkommen können, ohne dass ein signifikantes Sehproblem vorliegt (Garzia, 1996, S. 111f). Andererseits ist das Sehen zwingende Voraussetzung zur Aufnahme von Informationen, welche dann zum Gehirn weitergeleitet und dort verarbeitet werden. Wie soll aber das Gehirn vernünftig arbeiten, wenn die aufgenommenen Informationen bereits in schlechter Qualität ankommen, das heißt zum Beispiel, wenn der Text verschwommen, flimmernd oder springend wahrgenommen wird, beziehungsweise deren Kompensation nur unter ständiger Anstrengung möglich ist. Auf den Sehvorgang mit der Umsetzung der optischen Abbildung auf der Netzhaut in eine Wahrnehmung soll im weiteren ausführlicher eingegangen werden.

6.6.1 Visuelle Wahrnehmung

Die in der Netzhaut ausgelösten optischen Nervenreize werden über die optische Sehbahn zur Sehrinde weitergeleitet. Die Sehnervenfasern verlassen über den Sehnerv das Auge und laufen nach der Halbleiterkreuzung im Chiasma weiter zu den seitlichen Kniehöckern. Hier findet eine synaptische Verschaltung und erste Informationsselektion statt. Die seitlichen Kniehöcker werden daher auch als primäres Sehzentrum bezeichnet. Es wird vermutet, dass hier erste Binokularfunktionen stattfinden. Die seitlichen Kniehöckern bestehen aus mehreren Schichten unterschiedlicher Zellgrößen. Man unterscheidet zwischen den magnozellulären (großzelligen) und den parvozellulären (kleinzelligen) Schichten. Die in einem Band zusammengefassten Fasern dieser Schichten, die sogenannte Sehstrahlung, leitet die Impulse weiter zur primären Sehrinde. In dieser werden die nervlichen Informationen zu einem Abbild des Netzhautbildes umgewandelt. In der Sehrinde erfolgt die endgültige Verschmelzung des rechten und linken Netzhautbildes zu einer Bildwahrnehmung, die sensorische Fusion.

Von der Sehrinde führen Nervenfasern zu anderen Rindengebieten. Diese sind Empfindungsbereiche wie Hören und Fühlen, Sprache oder Gedächtnis. So wird das in der primären Sehrinde entstandene Bild mit einem im optischen Sprachzentrum abgelegten optischen Engramm (Erinnerungsbild) verglichen. Bei einer Identität mit einem abgespeicherten Reizmuster erfolgt eine Information an das akustische Sprachzentrum (Nr. 40). Von hier aus erfolgt die Information an das Sprachzentrum, welches die Sprachmuskulatur innerviert. Dies führt letztendlich dazu, dass ein Wort, welches zuvor als Schrift gesehen wurde, gesprochen werden kann. Eine richtige und ungestörte Verknüpfung der Nervenfasern von Auge und Gehirn führt zu einer Zusammenarbeit der einzelnen visuellen Verarbeitungsstufen. Erst das ermöglicht ein Erkennen des Gesehenen und ist verantwortlich für das Zustandekommen von Lesen und Schreiben.

Diese vereinfachte Darstellung zeigt, wie kompliziert und schwierig die Vorgänge zum Lesen und Sprechen sind. Bei der Ausbildung dieser komplizierten Mechanismen kann es zu einer Vielzahl an Störungen bzw. Fehlentwicklungen oder Verzögerungen unterschiedlicher Ursachen kommen.

6.6.2 Magnozelluläre und parvozelluläre Sehwege

Visuelle Informationen werden vom Auge zum Gehirn auf zwei Wegen übertragen. Das sind der parvozelluläre Übertragungsweg, welcher dem tonischen System entspricht und der magnozelluläre Übertragungsweg, welcher dem phasischen System entspricht. Die beiden Systeme reagieren auf Information verschieden empfindlich und übertragen diese auf unterschiedliche Weise (Lovegrove, 1996, S. 179). Das phasische System wirkt aufhebend und das tonische System wirkt stabilisierend. Ihre Eigenschaften sind in Tabelle 8 dargestellt.

Phasische System	Tonische System
- Hohe Kontrastempfindlichkeit	- geringe Kontrastempfindlichkeit
- Am empfindlichsten für geringe Ortsfrequenzen	- Am empfindlichsten für hohe Ortsfrequenzen
- Am empfindlichsten für hohe Flimmerfrequenzen	- Am empfindlichsten für geringe Flimmerfrequenzen
- Schnelle Übertragungszeit	- Langsame Übertragungszeit
- Reaktion am Anfang und Ende einer Stimuluspräsentation	- Durchgängige Reaktion während einer Stimuluspräsentation
- Dominierend im peripheren Sehen	- Dominierend im zentralen Sehen
- Kann das tonische System hemmen	- Kann das phasische System hemmen

Tabelle 8: Eigenschaften des phasischen und tonischen Systems (Lovegrove, 1996, S. 179)

Entsprechend der verschiedenen Eigenschaften sind beide Systeme für unterschiedliche Sehaufgaben (Schroth, 2000a, S. 7f.) zuständig. Das phasische System ist für schnelle Bewegungen und schnelles Flimmern sowie für hohe Kontraste zuständig. Das tonische System ist für das Farbsehen, feine Strukturen und feine Stereopsis sowie für langsame Bewegungen zuständig.

Das phasisch-tonische System und das Lesen

Während des Lesens machen die Augen eine Serie von schnellen Bewegungen (Sakkaden), um die jeweils interessierende Textstelle in die Fovea centralis als Stelle des schärfsten Sehens abzubilden. Im Anschluss an eine Sakkade setzt das tonische System ein, welches für die

Gewinnung von detaillierten Informationen wichtig ist. Es sorgt für einen stabilisierten Seheindruck bis das Wortbild erkannt ist. Eine schnelle Augenbewegung verschiebt das Bild in hoher Geschwindigkeit über die Netzhaut, wodurch das phasische System aktiviert wird. Dieses System unterbricht während der einzelnen Sakkaden die Wahrnehmung, um eine Überlagerung der Seheindrücke zu verhindern. Nur wenn beide Systeme genau funktionieren, ist eine genaue Trennung der Wahrnehmung von Sakkade zu Sakkade gewährleistet. Dies führt dann zu einer stabilen Wahrnehmung beim Lesen (Lovegrove, 1996, S. 179f.; Schroth, 2000a, S. 7f.).

6.7 Störungen der visuellen Wahrnehmung und LRS

6.7.1 Störungen im Zusammenspiel des phasisch-tonischen Systems

Verschiedene Studien haben herausgefunden, dass bei einer Lese-Rechtschreibschwäche das Zusammenspiel der beiden visuellen Systeme gestört ist. Man vermutet, dass die Empfindungsfähigkeit des phasischen Systems reduziert ist (Demb, 1999; Cornelissen, 1999). Eine solche Störung zeigen annähernd 75% von lese-rechtschreibschwachen Personen. Ein Mangel in der Funktion des phasischen Systems führt zu einer störenden Überlagerung von verschiedenen kurzen Seheindrücken.

Eine kausale Verbindung zwischen dem phasischen System und der Lese-Rechtschreibschwäche konnte aber bisher nicht bewiesen werden. Einige Forschungsergebnisse zeigen aber einen unabhängigen Beitrag von visuellen Faktoren an der Lese-Rechtschreibschwäche. Hier gibt es in der Zukunft noch offene Fragen zu erforschen (Lovegrove, 1996, S. 189).

6.7.2 Blicksteuerung (Steuerung der Augenbewegung)

Wenn die in Kapitel 2.3.2 beschriebenen Sakkaden nicht präzise genug den neuen angestrebten Sehort treffen, vergeht unnötige Zeit für das Erkennen der nächsten Buchstabengruppe. Im Blicklabor Freiburg wurde ein Gerät entwickelt, mit welchem die Blicktätigkeit, das heißt die Präzision bei der Durchführung reflexiver und bewusst gesteuerter Sakkaden, gemessen werden kann. Die Ergebnisse zeigen, dass 70% der lese-rechtschreibschwachen Kinder und nur 20% der Kontrollkinder Probleme mit der Blicksteuerung haben. Knapp 50% der lese-rechtschreibschwachen Kinder hatte Schwierigkeiten beim Fixieren und circa 60% konnten ihren Blick nicht willentlich steuern. Es wird empfohlen, bei Verdacht einer LRS auch die Blicktätigkeit zu untersuchen und bei Schwierigkeiten diese durch gezielte Übungen zu trainieren (siehe Kapitel 4.4.7 und 5.4.3). Amerikanische Erfahrungen (Cagnolati, 2000a)

belegen nach erfolgtem Sakkadentraining bei Kindern eine deutliche Verbesserungen in der Lesegeschwindigkeit und der Leseleistung.

Bei den hier gemachten Untersuchungen bleibt noch unklar, ob die Abweichungen in der Kontrolle der Augen-Bewegung Eigenschaften des okulomotorischen Systems oder eine Folge der Schwierigkeiten in der Sprachverarbeitung sind (Fischer; Biscaldi, 2000).

Im Widerspruch zu den Ergebnissen des Freiburger Blicklabors stehen die Ergebnisse einer Pilotstudie der Universitätsklinik Tübingen, wonach Defizite in der Sprachverarbeitung und nicht im okulomotorischen System anzunehmen seien. Mit dem Scanning Laser Ophthalmoskop (SLO) wurde untersucht, ob es Unterschiede der sakkadischen Augenbewegungen bei legasthenischen Kindern und einer Kontrollgruppe gibt. Dieses neue Verfahren ermöglicht die Beobachtung der Foveaposition während der Fixation verschiedener Stimuli sowie während des Lesens von Texten und Piktogrammen. Heraus kamen keine Gruppenunterschiede im Fixationsverhalten und der Fixationsstabilität nach 5° Sakkaden beim Fixieren von Piktogrammen. Beim Lesen von Einzelwörtern zeigten sich bei den legasthenischen Kindern signifikant mehr Sakkaden und Rückgänge in Abhängigkeit der Wortlänge sowie eine deutlich herabgesetzte Lesegeschwindigkeit beim Lesen von Texten. Trauzettel-Klosinski schlussfolgert daraus, dass die in dieser Studie untersuchten Kinder keine primäre motorische Störung aufwiesen, sondern das Defizit in der sprachlichen Informationsverarbeitung lag (Trauzettel-Klosinski, 2000, S. 7). Möglicherweise wurde hier nicht die Ursache, sondern die Auswirkungen der LRS untersucht (Schroth, 2000b, S. 3).

Auch Shaywitz (Shaywitz, 1999, S. 4) vermutet die Hauptursache der LRS in der Sprachverarbeitung. Er untersuchte bei einer großen Anzahl von lese-rechtschreibschwachen Kindern und einer großen Kontrollgruppe mit einem bildgebendem Verfahren die Gehirnbereiche, in denen Leseprozesse verarbeitet werden. Dabei konnten deutliche Unterschiede zwischen beiden Untersuchungsgruppen in den Aktivitäten der die Leseprozesse verarbeitenden Gehirnzentren beobachtet werden.

6.7.3 Refraktive und binokulare Sehfehler

Als Folge von refraktiven Sehfehlern und/oder dem Ausgleich einer assoziierten Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF) durch motorische Fusion können oft Anstrengungsbeschwerden (asthenopische Beschwerden) entstehen. Diese führen häufig dazu, dass Kinder beispielsweise nicht gerne fernsehen, nicht lange am Computer spielen oder Arbeiten in der Nähe vermeiden. Bei einer AP=WF mit Fixationsdisparation wird ein Teil der motorischen Fusion durch

sensorische Fusion ersetzt. Dabei werden die Anstrengungsbeschwerden zwar geringer, es entsteht aber eine schlechtere Stereopsis und vermehrte Nahsehunruhe. Wie sich eine Nahsehunruhe für den Betroffenen darstellt ist in den Abbildungen 21-23 (Schroth, 1998, S. 16) dargestellt und macht deutlich, dass dies zur Vermeidung von jeglichen Tätigkeiten in der Nähe führen kann. Ähnliche Auswirkungen können Störungen im Akkommodations-Vergenzsystem, wie zum Beispiel Konvergenzinsuffizienz haben. Die hier genannten Sehfehler sind im Kapitel 3.3.2 näher beschrieben.

Beispiele für Nahsehunruhe (Schroth, 1998, S. 16)

Wir sehen geschriebenen Text alle auf die gleiche Art. Die Schrift ist dominanter als der Hintergrund. Die schwarze Schrift erscheint gleichmäßig schwarz und Linien sind gerade. Im Schriftbild gibt es keine Unruhe und auch keine Bewegungen. Der Hintergrund

Abbildung 21: Schaukeleffekt

Wir sehen geschriebenen Text alle auf die gleiche Art. Die Schrift ist dominanter als der Hintergrund. Die schwarze Schrift erscheint gleichmäßig schwarz und Linien sind gerade. Im Schriftbild gibt es keine Unruhe und auch keine Bewegungen. Der Hintergrund ist weiß und überstrahlt die schwarze Schrift nicht. Man muß sich nur richtig anstrengen wenn man gut lesen will. Wir sehen geschriebenen Text alle auf die gleiche Art.

Abbildung 22: Wirbeleffekt

Wir sehen geschriebenen Text alle auf die gleiche Art. Die Schrift ist dominanter als der Hintergrund. Die schwarze Schrift erscheint gleichmäßig schwarz und Linien sind gerade. Im Schriftbild gibt es keine Unruhe und auch keine Bewegungen. Der Hintergrund ist weiß und überstrahlt die schwarze Schrift nicht. Man muß sich nur richtig anstrengen, wenn man gut lesen will. Wir sehen geschriebenen Text alle auf die gleiche Art. Die schwarze Schrift erscheint

Abbildung 23: Doppelleffekt

6.7.4 Farbige Lesefolien oder Brillengläser

Die Psychologin Irlen entdeckte 1981 eine Verbesserung der visuellen Wahrnehmung durch Farbfolien. Angenommen wird eine Fehlfunktion der Wahrnehmung, bei welcher es sich um eine veränderte spektrale Weiterverarbeitung des reflektierten Lichts handeln soll. Durch die Verwendung eines farbigen statt eines weißen Hintergrundes beim Lesen wird nachweislich das phasisch/tonische System verändert. Vermutlich bewirken Farbfolien ein ruhigere visuelle Wahrnehmung durch eine Beschleunigung des phasischen und eine Verlangsamung des tonischen Systems. Durch die verlangsamte Reaktion des tonischen Systems werden die teilweise unkontrollierten und zu schnellen Augenbewegungen bei Lese- Rechtschreibschwäche normalisiert. Viele Kinder benutzen die farbigen Folien gerne und freiwillig als Unterstützung beim Lesen (Höpfner, 2000, S. 34-60).

6.8 Auffälligkeiten und Symptome bei Sehstörungen und LRS

Schwierigkeiten beim Erlernen des Lesens und Schreibens zeigen sich häufig erst in der 2./3. Klasse. Die in der Schule benötigten Fähigkeiten und Fertigkeiten des Sehens muss das Kind jedoch schon gelernt haben, bevor es zur Schule geht (Nielsen, ohne Jahresangabe, S. 14). Insofern ist es wichtig, visuelle Wahrnehmungsstörungen so früh wie möglich festzustellen und zu beheben. Eltern sollten die Augen ihrer Kindern deshalb frühzeitig untersuchen lassen. Augenärzte und Optometristen empfehlen dies grundsätzlich bis zu Vollendung des zweiten Lebensjahres und eine Wiederholung vor der Einschulung. Zusätzlich sind Augenuntersuchungen dann notwendig, sobald Verhaltensauffälligkeiten bemerkt werden, die mit einer Sehstörung in Verbindung gebracht werden könnten. Gut informierte Eltern, Kindergärtnerinnen und Lehrer sind die beste Voraussetzung, um kleinere Probleme rechtzeitig zu erkennen, bevor diese zu einem Komplex von großen Problemen werden können. Eine enge Zusammenarbeit zwischen ihnen sowie Psychologen, Ärzten und Augentoptikern/Optometristen ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Problemlösung bei Kindern mit LRS.

Beispiele von Verhaltensauffälligkeiten bei Babys und Kleinkindern mit Sehstörungen sind in der Tabelle 9 zusammengestellt.

Babys	<ul style="list-style-type: none"> - Bohrt mit den Fingern oder Fäusten in den Augen - Baut keinen Blickkontakt zu anderen auf - Sieht niemanden, der ins Zimmer kommt - Erkennt die Flasche nur, wenn sie bewegt wird - Hält Gegenstände zum Betrachten dicht vor die Augen - Greift oft daneben, wenn es sich etwas nehmen will - Reibt sich auffallend stark die Augen - Vermeidet helles Licht - Schließt die Augen oder blinkt sehr viel
Kleinkinder	<ul style="list-style-type: none"> - Spielt nicht gut mit Bausteinen - Kann nicht so gut puzzeln wie andere - Zeichnet nicht so gut und frühzeitig wie andere Kinder - Hat Schwierigkeiten, Unterschiede bei Mustern oder Zeichnungen zu erkennen - Hat Schwierigkeiten bei Überwinden von Hindernissen

Tabelle 9: Anzeichen von visuellen Wahrnehmungsstörungen bei Babys und Kleinkindern (Uebach, 1995, S. 62f.)

Auffälligkeiten bei Schulkindern mit gestörtem Binokularsehen sind in Tabelle 10 zusammengestellt. Diese Symptome können einzeln oder in Kombinationen sowie in unterschiedlichen Schweregraden auftreten.

Feinmotorik und Schreiben	<ul style="list-style-type: none"> - Ungeschicklichkeit und Entwicklungsrückstand beim Malen, Ausmalen und Ausschneiden (Eckig, übermalen, schlechte Positionierung einzelner Elemente). - Vermeidungshaltung bis Abwehrverhalten gegenüber Malen und Schreiben. - Krakelige Handschrift, ungleichmäßig große Buchstaben, schlechte Linienhaltung. - Unsystematische Rechtschreibfehler wie das Auslassen oder Verdoppeln von Buchstaben, das Vertauschen benachbarter Buchstaben und Verdrehen von Buchstaben wie b, p, d, q, m, w. - Längeres oder häufigeres spiegelbildliches Schreiben - Beim Schreiben werden ganze Wörter oder Zeilen ausgelassen oder verdoppelt - Fehlende Ausdauer und Konzentrationsfähigkeit - Verlangsamte Tätigkeit (für drei Wörter wird eine Stunde benötigt) oder schnelles, oberflächliches, ungenaues Arbeiten
Grobmotorik	<ul style="list-style-type: none"> - Unsicherheiten bei Ballspielen, Bewegungs- und Koordinationsprobleme, gestörte räumliche Orientierung, verlangsamte Bewegung - Ausgeprägte Hypermotorik
Lesen	<ul style="list-style-type: none"> - Lesen von Wörtern, die nicht im Text stehen - Auslassen oder Doppeltlesen von Wörtern oder Zahlen - Langwieriger Übergang zum Sinnentnehmenden Lesen - Schnelles Ermüden, ohne dass dies subjektiv benannt werden kann - Ausdauer-, Motivations- und Konzentrationsprobleme - Probleme, einen Text mit einmaligem Lesen inhaltlich zu verstehen. Dagegen oft keine Probleme, wenn derselbe Text vorgelesen wird. - Im allgemeinen lesen die Kinder entweder ungerne, nicht freiwillig oder sie benötigen spätestens nach ein paar Seiten eine Pause. Sie können keine Sehprobleme beim Lesen beschreiben, sondern finden Lesen einfach doof oder langweilig
Rechnen	<ul style="list-style-type: none"> - Meist überraschend wenig Probleme im Vergleich zum Lesen und Schreiben. Oft sehr gute Kopfrechen-Fähigkeit bei ziemlich katastrophaler Heftführung. Manchmal aber auch massive Störungen in der Entwicklung des Zahlenverständnisses und der Mengenvorstellung, wofür als Erklärung das Durcheinanderrutschen der Einzelbilder der beiden Augen in der Phase der Entwicklung grundlegender Mengenvorstellungen (2. Bis 4. Lebensjahr) denkbar ist. - Meist waren die Kinder im Rechnen immer gut, versagen dann aber bei Textaufgaben, auch bei solchen, die vom mathematischen Gehalt her keine höheren Anforderungen stellen.

Tabelle 10: Anzeichen von visuellen Wahrnehmungsstörungen bei Schulkindern (Wulff, 1998, S. 30f.)

Eine ungestörte visuelle Erfassung, Speicherung und Wiedergabe von Buchstaben und Wörtern, die Steuerung der Augenfolgebewegung beim Lesen und die kompensationsfreie binokulare Fusion ist die Voraussetzung für eine Wort-Bild-Erkennung. Kinder, deren Sehstörungen nicht behoben werden, können kein Wortbild aufbauen und speichern. Sie müssen sich auf anderen Kanälen helfen, lautieren die Worte und schreiben nach Gehör. Diese Kinder schreiben oft orthographisch falsch, da sich die deutsche Schriftsprache von der Lautsprache unterscheidet (Hetz, 2000, S. 30f., Dominiczak, 2000a, S. 10f.). Kennzeichnend ist die Häufigkeit und hohe

Stabilität der Fehler. Selbst beim wiederholten Üben kann das Kind meist nicht selbst erkennen, ob das Wort richtig oder falsch gelesen bzw. geschrieben ist (Schroth, 1998, S. 13). Im allgemeinen ist ein umgekehrter Übungseffekt beobachtbar. Je mehr die Kinder üben, desto schlechter werden die Leistungen (Wulff, 1998, S. 31). Sehbedingte Probleme werden auch dadurch offensichtlich, dass die Leistungen des Schülers jedes mal dann nachlassen, wenn Tätigkeiten im Nahbereich, die gute Sehleistungen erfordern, durchgeführt werden müssen (Nielsen, ohne Jahresangabe, S. 24).

6.8.1 Erfolge optometrischer Korrekturen bei Kindern mit LRS

Wie auch immer die Korrelationen zwischen LRS und dem Sehen sind, gutes und anstrengungsfreies Sehen ist Voraussetzung für eine ungestörte Informationsaufnahme und Verarbeitung. Die Tatsache, dass bei vielen Kindern nach der Korrektur auch geringer Sehfehler eine Verbesserung des Sehens und häufig auch des Lesens und Schreibens erreicht wurde, zeigt, wie wichtig es ist, bei jedem lese-rechtschreibschwachen Kind eine gründliche Augenüberprüfung vorzunehmen, welche nicht nur die Überprüfung der Sehleistung und des refraktiven Status beinhaltet sondern auch das Binokularsehen und Auffälligkeiten im Vergenzsystem. Dabei gilt es festzustellen, wie stark die individuelle Beeinträchtigung von Seiten des Sehens ist und in wieweit diese eine LRS erschwerend beeinflussen. Die Mehrzahl der Menschen ist in der Lage, kleine Fehlsichtigkeiten zu kompensieren. Manchmal rufen aber bereits kleine monokulare und binokulare Fehlsichtigkeiten starke asthenopische Beschwerden hervor. Ist ein Mensch bereits auf Grund einer LRS ständig belastet, kann er möglicherweise eine Fehlsichtigkeit (ob monokular oder binokular) weniger gut kompensieren. (Schroth, 2000a, S. 2).

Hoffmann (Hoffmann, 1973, S. 101-103) führte 1973 eine optometrische Untersuchung bei 50 Lese- Rechtschreibschwachen durch. Er stellte bei 80% eine Refraktionsanomalie fest, wovon über die Hälfte (56%) Hyperopien waren. Prismatische Korrekturen erhielten 40%, davon vorwiegend Exo-AP=WF Korrekturen (36%). Des Weiteren zeigte sich bei jedem dritten Probanden (34%) ein Mangel beziehungsweise Fehler in der Konvergenz.

Lie (Lie, 1989, S. 3-9) überprüfte 1989 bei zehnjährigen, stark symptomatischen leseschwachen Schülern die Auswirkungen einer optometrischen Vollkorrektion auf den optometrischen und subjektiven Status sowie auf das Lesevermögen. Bei nur einem Kind wurde eine Myopie festgestellt, alle anderen waren hyperop, wobei eine leichte Hyperopie mit weniger als 1,5dpt in 90% der Fälle vorlag. Des Weiteren erhielten zwanzig Kinder eine prismatische Korrektion, überwiegend Basis innen und oft in Verbindung mit vertikalen Prismen. Nach der Korrektion zeigte sich eine signifikante Verbesserung der subjektiven Beschwerden (brennende, tränende und ermüdete Augen; Kopfschmerzen; Nacken- und Schulterschmerzen). Auch die Überprüfung der Lesedaten zeigte eine Verbesserung und zwar hauptsächlich im Leseverständnis. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass es dem Kind, nach dem es von okulomotorischer Belastung und subjektiven Beschwerden befreit ist, leichter fällt, sich auf einen Textinhalt zu konzentrieren.

Pestalozzi (Pestalozzi, 1989, S. 8ff.) empfiehlt bei allen lese-rechtschreibschwachen Kindern nach der MKH-Methodik intensiv auf eine AP=WF hin zu untersuchen und diese mittels Prisma zu korrigieren. Er konnte auf diese Weise bei vielen Kindern mit LRS eine Verminderung der Beschwerden und deutliche Verbesserung der Leistungen erreichen. Bei einem beschriebenen Fall wurde nach einigen prismatischen Korrektionen eine Schieloperation notwendig. Die Beschwerden besserten sich schon während der Prismenkorrektion und traten nach der Operation nicht mehr auf. Mit den LRS-Behandlungen konnte aufgehört und nach der Schule eine Ausbildung als Diplomkaufmann abgeschlossen werden.

Wulff (Wulff, 1998, S. 30) und Lehrer einer Berliner Grundschule sammeln seit Jahren zunehmend ermutigende Erfahrungen über Auswirkungen vollständiger AP=WF Korrektionen auf das Lern- und Leistungsverhalten von Schülern. Es wird von Kindern berichtet, deren Eltern schon vier Wochen nach der Brillenverordnung von völlig veränderten Kindern berichten. Ein Kind ist zum Beispiel nicht mehr von den Einkaufsregalen wegzubekommen, weil es alle Texte auf den Verpackungen lesen möchte.

Nielsen (Nielsen, 1980, S. 9ff.) beschreibt, beispielgebend mit dem Jungen Peter, Erfolge bei lese-rechtschreibschwachen Kindern mit einer Nahkorrektion. Diese Nahkorrektion wurde aufgrund einer analytisch durchgeführten Augenglasbestimmung ermittelt, welche das Zusammenspiel von Akkommodation und Konvergenz aufdeckt. Drei Monate nach dem Peter seine Nahbrille bekommen hatte, konnte seine Lehrerin feststellen, dass er Lernrückstände von einem Jahr aufholen konnte, sich sein Leseverhalten verbessert hat und die Sehbeschwerden verschwunden sind.

Werden mit optometrischen Korrekturen derartige Erfolge wie in den letzten beiden Beispielen erzielt, handelt es sich vermutlich nicht um legasthenische Kinder, zumindest keine nach der strengen Definition. Bei ihnen wurde das Erlernen der Leselernprozess hauptsächlich durch Störungen der visuellen Wahrnehmung beeinträchtigt.

Darüber hinaus finden sich auch in der internationalen Literatur (Garzia, 1996) eine Vielzahl weiterer Studien, die Erfolge optometrischer Korrekturen bei LRS beschreiben.

7 Optometrisches Ordnungsverhalten am Beispiel von 247 Fragebögen

7.1 Einleitung

Gegenstand dieser Studie war es, bei Kindern mit Lese-Rechtschreibproblemen die Sehbeschwerden und die optometrischen Ordnungen zu analysieren. Dabei lag der Schwerpunkt dieser Arbeit hauptsächlich darin, herauszufinden, ob sich Zusammenhänge zwischen typischen Sehbeschwerden und Leseproblemen und den visuellen Anomalien herstellen lassen. Eine Prüfung, ob und in welchem Maße die Korrekturen geholfen haben, die Sehbeschwerden und Sehstörungen zu mildern oder zu beheben, übersteigt den zeitlichen Rahmen dieser Studie und muss späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

7.2 Material und Methoden / Aufbau der Studie

Im Zeitraum 1/1998 bis 6/2000 kamen 385 Kindern zu einer augenoptischen Untersuchung in das Duisburger Institut für Augenoptik-Optometrie, welches von Wolfgang Cagnolati, Optometrist, MCOptom und M.S. in Clinical Optometry (USA), geleitet wird. Von diesen 385 Kindern wurden alle die Kinder ausgewählt, welche auf Grund von Lese- und Rechtschreibproblemen kamen. Die Auswahl erfolgte anhand der Fragebögen (siehe Kapitel 7.2.1 und Anhang), welche alle Eltern einige Tage vor der Augenuntersuchung zur Beantwortung bekamen. Die insgesamt 385 ausgewerteten Fragebögen ließen bei 247 Kindern erkennen, dass diese Sehbeschwerden, Sehstörungen und Lese-Rechtschreibprobleme haben. Diese 247 Fragebögen wurden im Rahmen dieser Studie ausgewertet.

7.2.1 Fragebogen

Der Fragebogen dient als eine erste Anamnese bezüglich der allgemeinen gesundheitlichen und schulischen sowie der visuellen Entwicklung des Kindes. Hinterfragt werden speziell bisherige Augenuntersuchungen, getragene Korrekturen, vorliegende allgemeine Erkrankungen und Augenerkrankungen des Kindes. Des Weiteren werden familiäre Augenprobleme abgefragt, aus denen sich Rückschlüsse auf eine eventuelle Vererbung ziehen lassen.

Der Fragebogen ermöglicht eine detaillierte Darstellung der Sehbeschwerden, Sehstörungen und Lese- Rechtschreibprobleme des Kindes.

7.2.2 Klassifizierung

Die im Fragebogen einzeln abgefragten Sehbeschwerden und Sehstörungen wurden für die Auswertung in vier Gruppen klassifiziert. Es wird zunächst in Anstrengungsbeschwerden und Sehstörungen unterschieden. Dabei werden die Sehstörungen noch einmal in die drei Untergruppen Lese Probleme, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit unterteilt. Es wurden alle Kinder in diese Studie aufgenommen, bei denen eine oder mehrere dieser Klassifizierungen zutrafen. Des Weiteren wurde eine Analyse der Sehbeschwerden und Sehstörungen nach folgenden Kriterien durchgeführt.

7.2.2.1 Anstrengungsbeschwerden

Visuelle Anstrengungs- bzw. asthenopische Beschwerden können bei besonderer Beanspruchung des Sehens, wie z. B. Arbeit am Computer oder Tätigkeiten im Nahbereich auftreten. Sie entstehen meist bei Vorgängen zur motorischen Kompensation eines Sehfehlers. Das können Refraktionsfehler wie beispielsweise eine nicht korrigierte Hyperopie sein, deren Ausgleich eine erhöhte Akkommodation erfordert, eine vom Auge motorisch ausgeglichene WF oder auch Fusionsprobleme im Nahsehen. Diese Anstrengungsbeschwerden können das Leseinteresse stark beeinflussen und die zum Lesen notwendige Ausdauer und das Verständnis erschweren bzw. schon nach kurzer Zeit unmöglich machen. Bei genauer Beobachtung sind Anzeichen asthenopischer Beschwerden den Kindern bei anspruchsvollen Sehaufgaben oft anzusehen. Typische Anzeichen sind zum Beispiel:

- Schielen, Blinzeln
- Rote bzw. tränende Augen
- Augenermüdung
- Ermüdung bei Sehaufgaben in der Nähe
- Häufige Kopfschmerzen

7.2.2.2 Kopfschmerz

Für den Kopfschmerz findet sich innerhalb der Medizin keine monokausale Ursache, da er unterschiedlichste Ursachen haben kann. Darüber hinaus ist der ein Leitsymptom bei Sehbeschwerden und Sehstörungen. Treten Kopfschmerzen im Zusammenhang mit asthenopischen Beschwerden auf, machen sie sich im Laufe des Tages bemerkbar und werden mit der Zeit stärker. Der Kopfschmerz kann zu einer starken Belastung des ganzen Individuums führen und wird bei Kindern mit LRS verstärkt beobachtet. Sie leiden häufig in der Woche unter Kopfschmerz. Oft treten Kopfschmerzen in und nach der Schulzeit sowie beim und nach dem Lesen auf. Die Schmerzen steigern sich bis zum Freitag. Hingegen wird am Wochenende und in der Ferienzeit weniger oder gar nicht über diese Beschwerden geklagt.

Bei vielen Kindern konnte nach dem Tragen einer Brillenvollkorrektion sehr schnell (innerhalb von 1 bis 2 Wochen) eine Verminderung, oft sogar ein Verschwinden der Kopfschmerzen festgestellt werden. Wegen dieser besonderen Bedeutung wurde der Kopfschmerz, obwohl er eigentlich ein Unterpunkt der Anstrengungsbeschwerden ist, als ein extra Punkt in diese Auswertung aufgenommen.

7.2.2.3 Sehstörungen

Leseprobleme

Ist die visuelle Wahrnehmung beispielsweise durch Unschärfe, Doppelbilder oder ständige Anstrengung beeinflusst, kann dies den Leseprozess akut stören und Auswirkungen auf das Erkennen von Buchstaben und Wörtern haben. Bei den Kindern können die Leseprobleme folgendermaßen offensichtlich werden:

- Verliert beim Lesen die Lesestelle
- Überspringt bzw. wiederholt Zeilen
- Benützt Finger bzw. Lineal beim Lesen
- Häufiges Vertauschen von Buchstaben
- Verständnis nimmt mit der Lesedauer ab
- Allgemeine Schwierigkeiten beim Lesen, wie Verständnis, Worterkennung, Lautbildung, Buchstabierung

Leseunlust

Das Leseverhalten kann soweit beeinflusst sein, dass das Kind nur sehr selten oder gar nicht freiwillig liest und das Lesen nur von kurzer Dauer ist. Wenn es dann doch mal liest, bevorzugt es einfache Texte oder Comics.

Vermeidung von Naharbeit

Fällt dem Kind das Sehen in der Nähe schwer oder ist es ihm nur unter großer Anstrengung möglich, versucht es die Naharbeit zu vermeiden. Die Eltern bringen dies meist nicht mit Sehproblemen in Verbindung, sondern stellen dann häufig fest, dass ihre Kinder kein Interesse am Lesen, Basteln, Zeichnen, Ausmalen, Puzzeln, Spielen mit Bauklötzern oder ähnlichen Dingen hat und sein Betätigungsfeld zunehmend nach draußen verlegt. Häufig kann eine allgemeine Vermeidung von Naharbeit festgestellt werden.

7.2.3 Optometrisches Ordnungsverhalten

Bei allen Kindern wurde eine eingehende Augenüberprüfung durchgeführt. Dabei wurden auf subjektiven und objektiven Wege refraktive Fehler ermittelt und das Binokularsehen in der Ferne und Nähe überprüft und wenn erforderlich eine Korrektionsbrille und/oder Konvergenztraining verordnet. Pathologische Defekte wurden zuvor ausgeschlossen.

Die optometrischen Korrekturen wurden innerhalb dieser Studie nach ihrer Verteilung hinsichtlich der Art der Ordnungen untersucht. Dabei wurde zwischen keine Brillenverordnung, bisherige Brillenwerte, Fernbrille mit und ohne Prisma, Nahbrille und Konvergenztraining unterschieden. Die verordneten Fernbrillen wurden nach ihrer sphäro-cylindrischen und prismatischen Wirkung unterteilt und hinsichtlich ihrer Häufigkeiten und Größenordnungen analysiert.

7.3 Ergebnisse

7.3.1 Altersverteilung

Die 247 in dieser Studie erfassten Kinder mit Problemen beim Lesen und Schreiben waren zum Zeitpunkt der Augenuntersuchung zwischen 6 und 17 Jahre alt. Die Altersverteilung ist in Abbildung 24 dargestellt. Sie zeigt einen ausgeprägten Gipfel bei einem Alter von 9 und 10 Jahren. Kinder in diesem Alter befinden sich in der Regel in der 3. oder 4. Klasse. Je nach Unterrichtsmethode werden Lese- Rechtschreibprobleme häufig erst in der 2. oder 3. Klasse offensichtlich. Zu einem Zeitpunkt, in welchem das Lesen und Schreiben nicht mehr aus kurzen Wörtern und Sätzen besteht, sondern der Übergang zum Erfassen von langen Wörtern und Sätzen stattfindet. Zusätzlich wird beim Übergang von der 2. zur 3. Klasse die Schriftgröße verringert.

Kinder welche vor dem 6. und 7. Lebensjahr auffällig werden, sind meist solche, die sichtbar schielen oder eine sehr schwache Sehleistung haben.

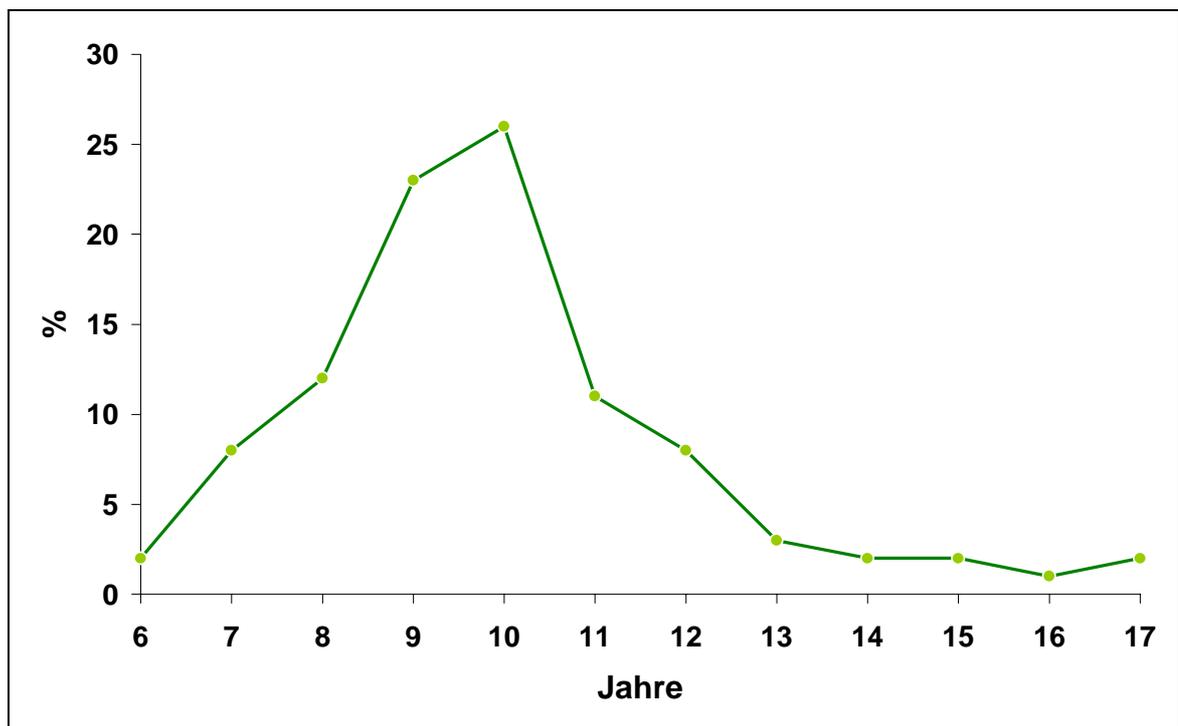


Abbildung 24: Altersstruktur der in dieser Studie LRS auffälligen Kinder
n=247

Die in dieser Studie vorliegende Altersstruktur der LRS auffälligen Kinder deckt sich etwa mit einer von Edith Klasen 1971 in den USA durchgeführten Studie bei 500 Legasthenikern (Klasen, 1995). Dies zeigt, dass diese Altersstruktur nicht singular im Institut für Augenoptik-Optometrie, Cagnolati vorzufinden ist. Alle, die sich mit der Kinderoptometrie beschäftigen, werden vornehmlich mit Kindern im Alter von 8 bis 10 Jahren zu tun haben.

7.3.2 Häufigkeitsverteilung der Mädchen und Jungen

Von den 247 Kindern sind 183 Kinder (74%) männlich und 64 Kinder (26%) weiblich. Die Verteilung ist in Abbildung 25 dargestellt. Sie deckt sich mit der allgemeinen Ansicht, dass vorwiegend Jungen von LRS betroffen sind.

Hierbei sei auf die neuen Forschungsergebnisse von Shaywitz (siehe Kapitel 6.4) verwiesen, wonach vermutlich viele Mädchen mit LRS während ihrer gesamten Schullaufbahn unentdeckt bleiben. Möglicherweise sind Mädchen durch ausgeprägteren Fleiß und Strebsamkeit eher in der Lage, diesen Mangel zu überdecken.

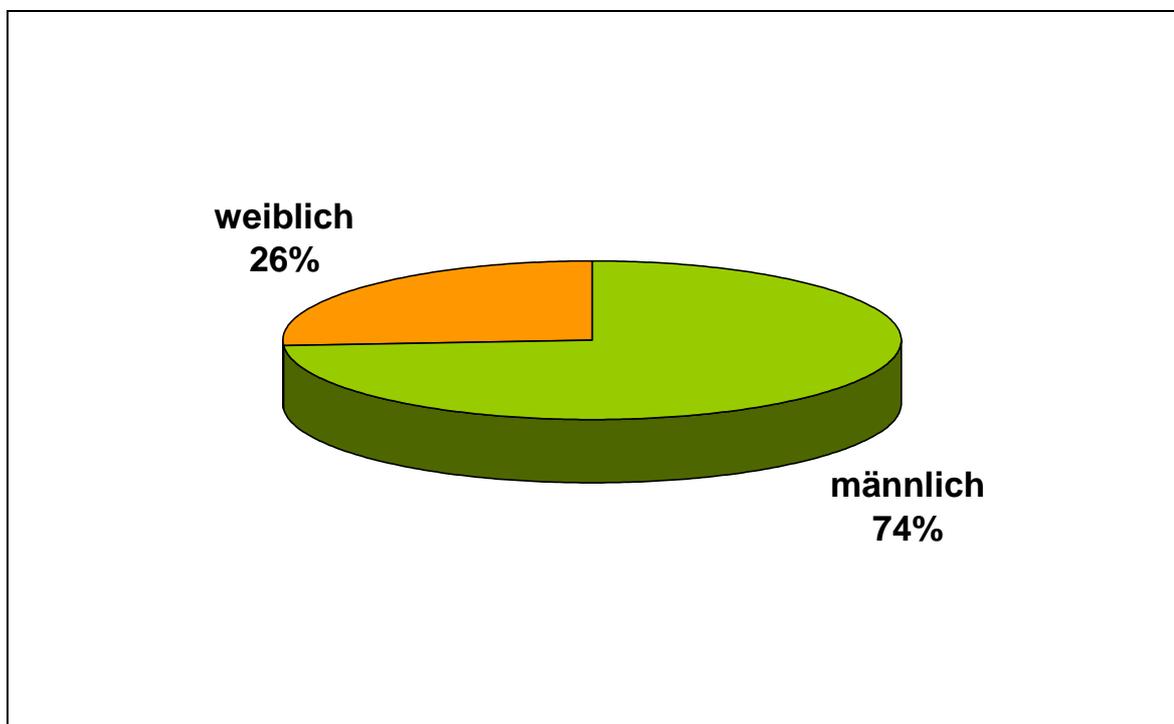


Abbildung 25: Häufigkeitsverteilung der Mädchen und Jungen mit LRS Problemen
n=247

7.3.3 Sozialisation

Die Ursache der LRS ist, wie in Kapitel 6.5 beschrieben, nicht allein auf ein geschädigtes Umfeldmilieu zurückzuführen. Dennoch spielt bei der Entwicklung des Kindes das soziale Umfeld, in welchem es aufwächst, in einem nicht geringem Maße eine Rolle. In dieser Studie wurde deshalb anhand der Berufe der Eltern untersucht, ob sich die LRS auf ein bestimmtes soziales Umfeld beziehen lässt. Anhand der beruflichen Betätigungen der Eltern lassen sich Rückschlüsse auf das häusliche Bildungsniveau ziehen. Eine genaue Abgrenzung der Berufsgruppen gestaltete sich schwierig, da einige Berufszweige sowohl im Angestelltenverhältnis als auch auf freiberuflicher Basis ausgeübt werden können. Die in dieser Studie den freien Berufen zugeordneten Berufe sind vorwiegend solche mit akademischer Ausbildung (zum Beispiel Diplom-Ingenieure, Pädagogen). Des Weiteren beziehen sich die Berufseinordnungen vornehmlich auf den Beruf des Vaters, da ein Großteil der Mütter Hausfrauen sind. Aus den vorweg genannten Gründen lassen sich nur grobe Rückschlüsse auf das häusliche Umfeld ziehen, diese sind aber dennoch von Interesse.

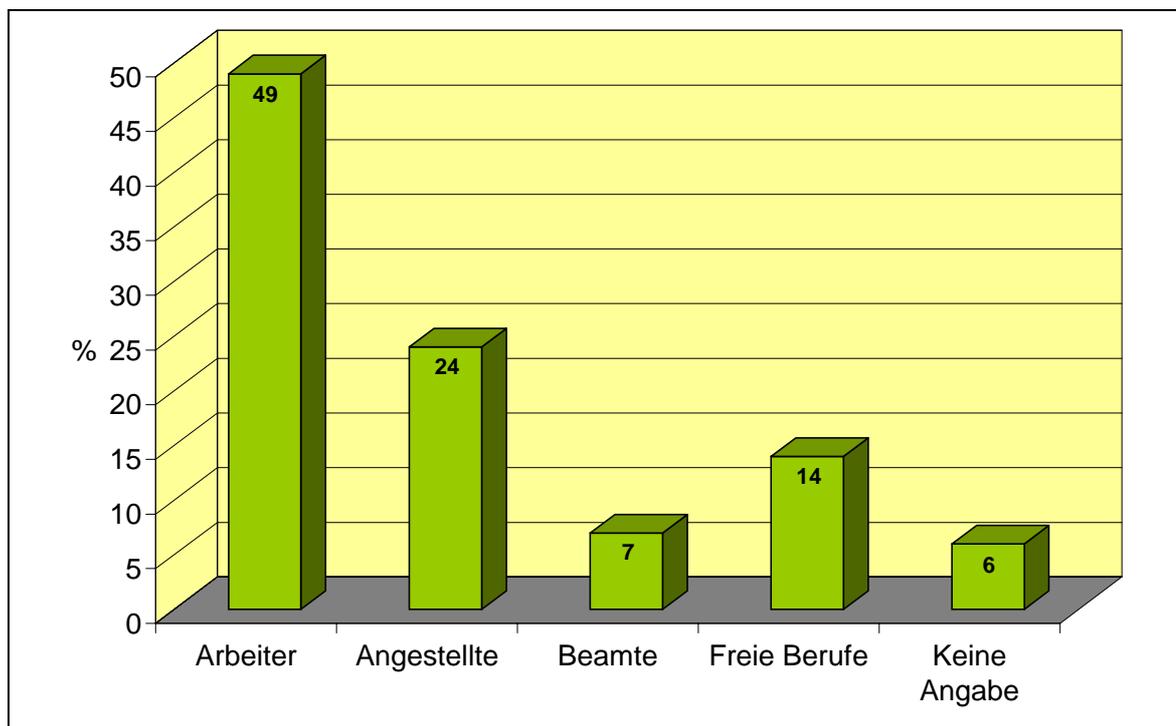


Abbildung 26: Sozialisation der Kinder mit LRS
n=247

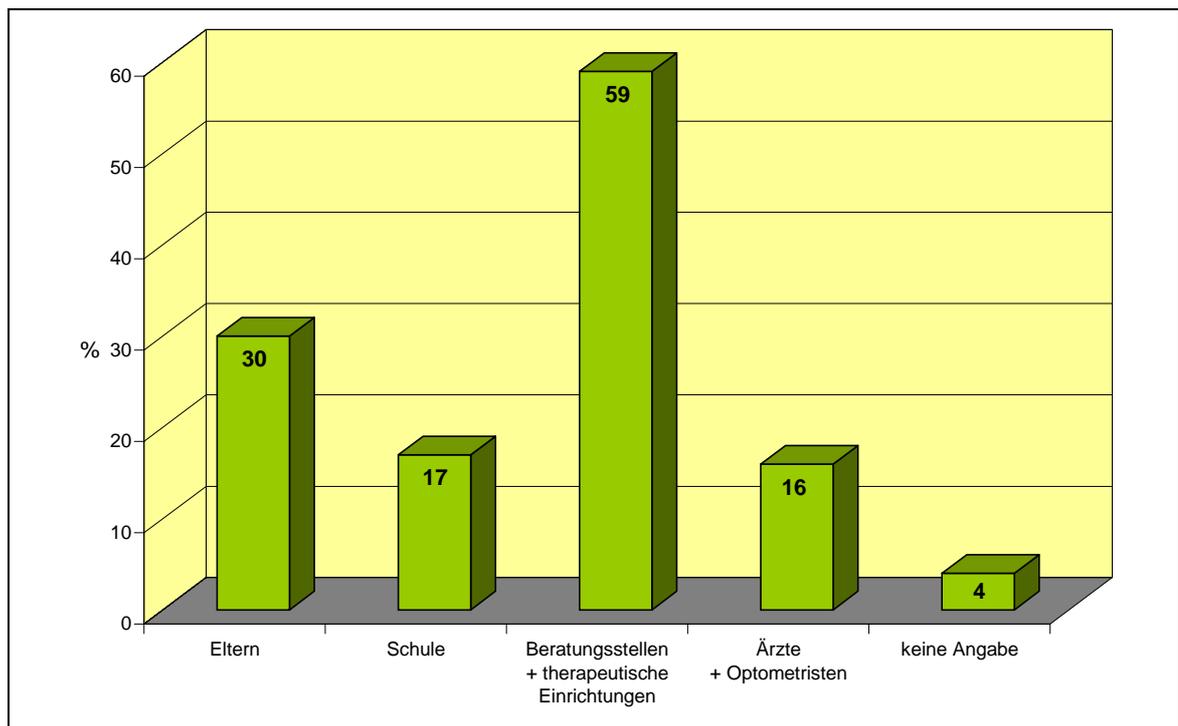
Wie in Abbildung 26 zu sehen ist, stammen 49% der Kinder aus Familien mit einfachem Bildungsniveau. Dem gegenüber stehen aber 31 % Kinder, deren Eltern einen Beruf haben, der eine gute bis hohe Berufsbildung voraussetzt, und 14 % Kinder, deren Eltern einen freien Beruf haben. Diese Form der Berufsausübung lässt in der Regel eine hohe, meist akademische Ausbildung vermuten.

Diese Untersuchung zeigt, dass Kinder mit Lese-Rechtschreibproblemen zwar verstärkt, aber nicht nur in der Unterschicht anzutreffen sind, sondern auf alle sozialen Strukturen verteilt sind.

7.3.4 Empfehlung zur Augenüberprüfung

Bei jedem Kind mit Lese-Rechtschreibproblemen sollte eine eingehende optometrische Untersuchung stattfinden, um visuelle Wahrnehmungsmängel als einen von vielen miteinander in Beziehung stehenden ursächlichen oder begleitenden Faktor auszuschließen bzw. zu beheben. Wer den Anstoß zu der optometrischen Untersuchung im Institut für Augenoptik-Optometrie gab, ist in Abbildung 27 dargestellt. Dabei wurden in Bereiche Eltern, Schule, Beratungsstellen und therapeutische Einrichtungen sowie Ärzte und Augenoptiker/Optometristen eingeteilt. Da sich die Auswertung auf die Angaben im Fragebogen beziehen, ist eine Mehrfachnennung möglich.

Die im Institut durchgeführten Augenuntersuchungen fanden bei Kindern statt, die bereits ein oder auch schon mehrmals augenärztlich untersucht wurden. Bei einem Großteil der Kinder wurde eine Lese-Rechtschreibschwäche bereits diagnostiziert. Diese Kinder befinden sich meist in einer therapeutischen Behandlung bzw. werden von Beratungsstellen unterstützt. Aus diesen Gründen hat bei den Kindern innerhalb dieser Studie bereits eine Vorauswahl stattgefunden. Von den 247 Kindern mit Lese-Rechtschreibproblemen kamen 146 Kinder (59%) auf Empfehlung von Beratungsstellen und therapeutischen Einrichtungen zu dieser Untersuchung. Dieser hohe Anteil liegt wahrscheinlich an der guten Zusammenarbeit mit diesen Institutionen und ist daher nicht unbedingt auf andere, in der Kinderoptometrie tätige Augenoptiker/Optometristen, übertragbar.



**Abbildung 27: Übersicht, von wem die Initiative zur Augenuntersuchung ausging, Mehrfachnennungen sind möglich
n=247**

Die Eltern von 74 Kindern (30%) ließen auf Eigeninitiative die Augen ihrer Kinder untersuchen. Einige bemerkten Sehprobleme oder Augenanstrengung bei ihren Kindern, bzw. wurden von Verwandten/Bekanntem auf solche hingewiesen. Andere wurden durch verschiedene Aufklärungsarbeiten auf mögliche Zusammenhänge des Sehvermögens mit dem Leselernprozess aufmerksam gemacht.

Von Ärzten, vorwiegend Kinderärzten, und Augenoptikern/Optomern wurde bei 39 Kindern (16%) eine eingehende optometrische Untersuchung angeregt.

7.3.5 Vorangegangene Augenuntersuchungen und Sehbehandlungen

Die Frage, ob es sich bei der Augenuntersuchung im Institut Augenoptik/Optometrie Cagnolati um die Erstuntersuchung der Augen des Kindes handelt, beantworteten 208 Eltern (84%) mit nein. Eine Übersicht ist in Abbildung 28 dargestellt. Nur 32 Eltern (13%) gaben diese Augenuntersuchung als Erstuntersuchung an und 7 Eltern (3%) machten keine Angaben. Da es sich um eine Auswertung der Angaben im Fragebogen handelt, lässt sich nicht differenzieren, um welche Art der Augenuntersuchung es sich handelte. Es lässt sich an den Angaben aber erkennen, dass nicht nur eingehende augenärztliche Untersuchungen angegeben wurden, sondern teilweise auch Vorsorgeuntersuchungen wie zum Beispiel beim Kinderarzt. Im Rahmen von Vorsorgeuntersuchungen wurden aber sicherlich auch die Augen der Kinder begutachtet, bei denen die Eltern keine vorangegangene Augenuntersuchung angaben.

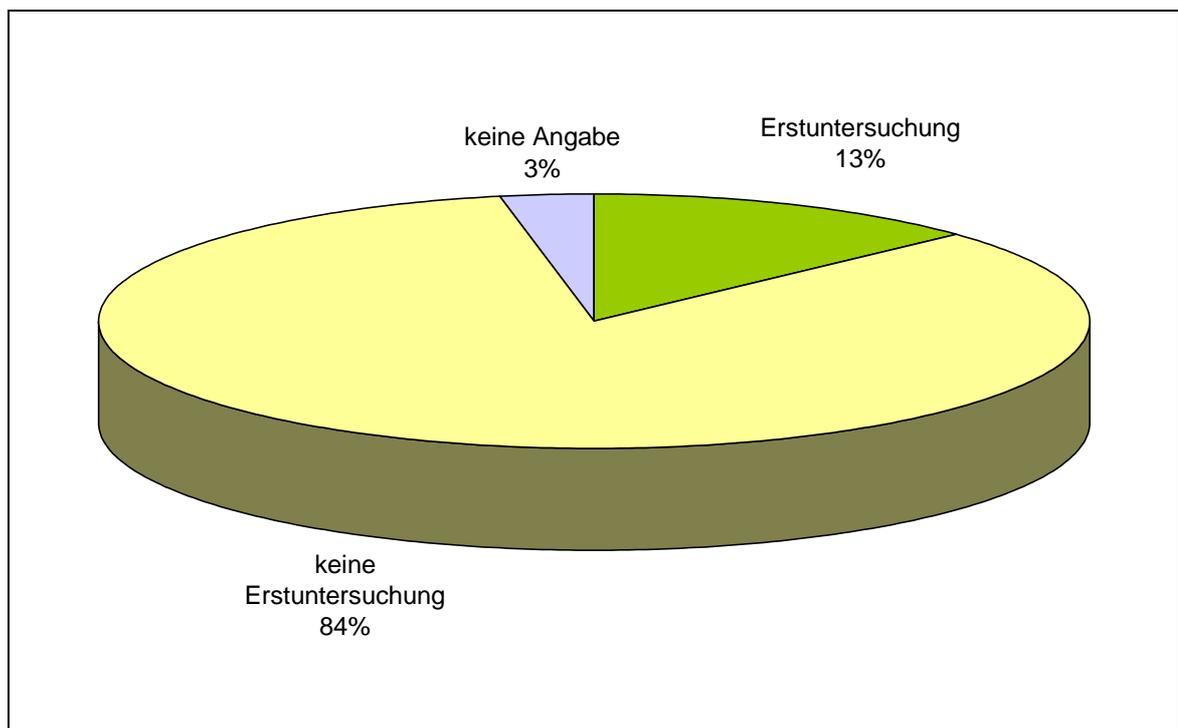


Abbildung 28: Übersicht, ob es sich bei dieser Augenuntersuchung um eine Erstuntersuchung handelt oder ob schon Augenuntersuchungen vorangegangen sind
n=247

Von den 208 Kindern, welche schon eine Augenuntersuchung erhielten, bekamen über die Hälfte keine Sehbehandlung (Korrektion) verordnet. Insgesamt erhielten 41% der Kinder eine Sehbehandlung, wovon 53 Kinder (25%) eine Brille verordnet bekamen. 10 Kinder (5%) erhielten unabhängig oder zusätzlich zu einer Brillenverordnung eine Sehtherapie und 12 Kinder (6%) eine Okklusion. Bei 4 Kindern (2%) wurde im Fragebogen angegeben, dass bei ihnen eine Augenoperation vorgenommen wurde. Die Verordnungen sind in Abbildung 29 dargestellt, Mehrfachnennungen sind möglich.

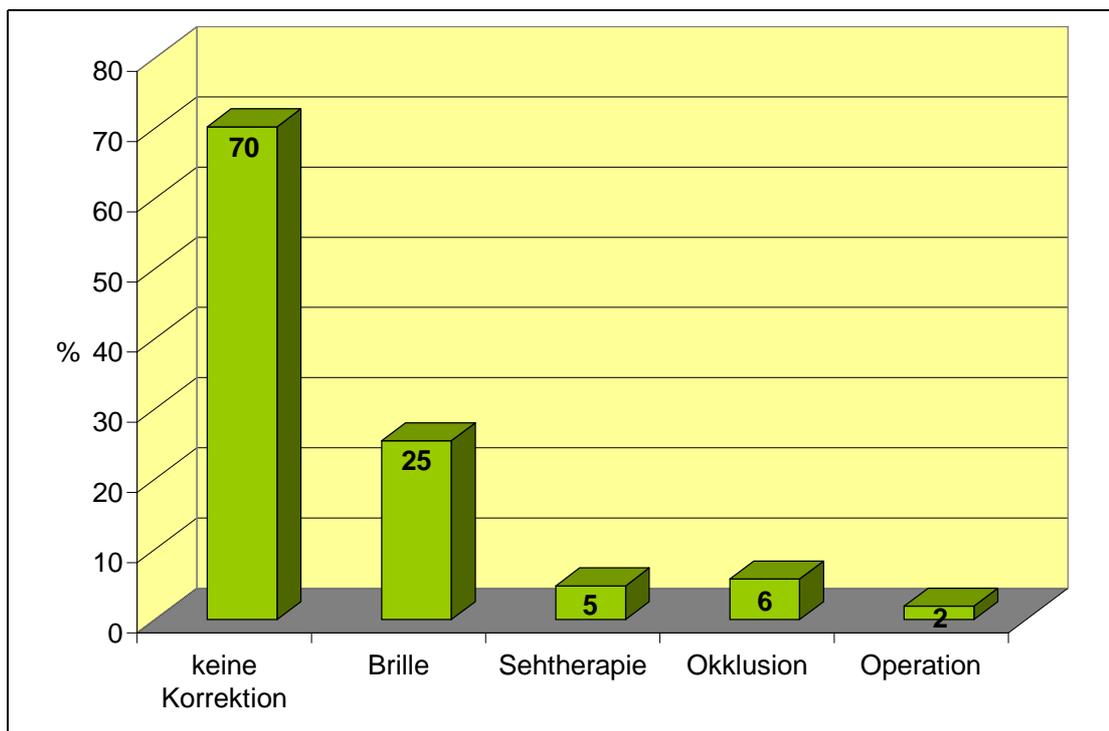


Abbildung 29: Art der Sehbehandlungen nach vorangegangenen Augenuntersuchungen
Mehrfachnennungen sind möglich
n=208 Kinder mit vorangegangenen Augenuntersuchungen

7.3.6 Analyse der Sehbeschwerden und Sehstörungen

Die Analyse der Sehbeschwerden und Sehstörungen erfolgte nach der in vier Gruppen klassifizierten Anstrengungsbeschwerden und Sehstörungen. Die Abbildung 30 zeigt eine Übersicht, wie häufig Anstrengungsbeschwerden, Leseprobleme, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit angegeben wurden. Eine Mehrfachnennung ist dabei möglich.

Bei fast allen Kindern wurden im Fragebogen Probleme beim Lesen und Schreiben angegeben. Dies stellt bei 238 Kindern (96%) die Hauptproblematik dar, welche sich auch auf das Leseverhalten auswirkt und zu einer Leseunlust führen kann. Diese wurde auch bei 200 Kindern (80%) angegeben. Beschäftigungen in der Nähe vermeiden 97 Kinder (39%). Unter Anstrengungsbeschwerden leiden über die Hälfte der Kinder (55%) und 75 Kinder (30%) zusätzlich unter Kopfschmerzen.

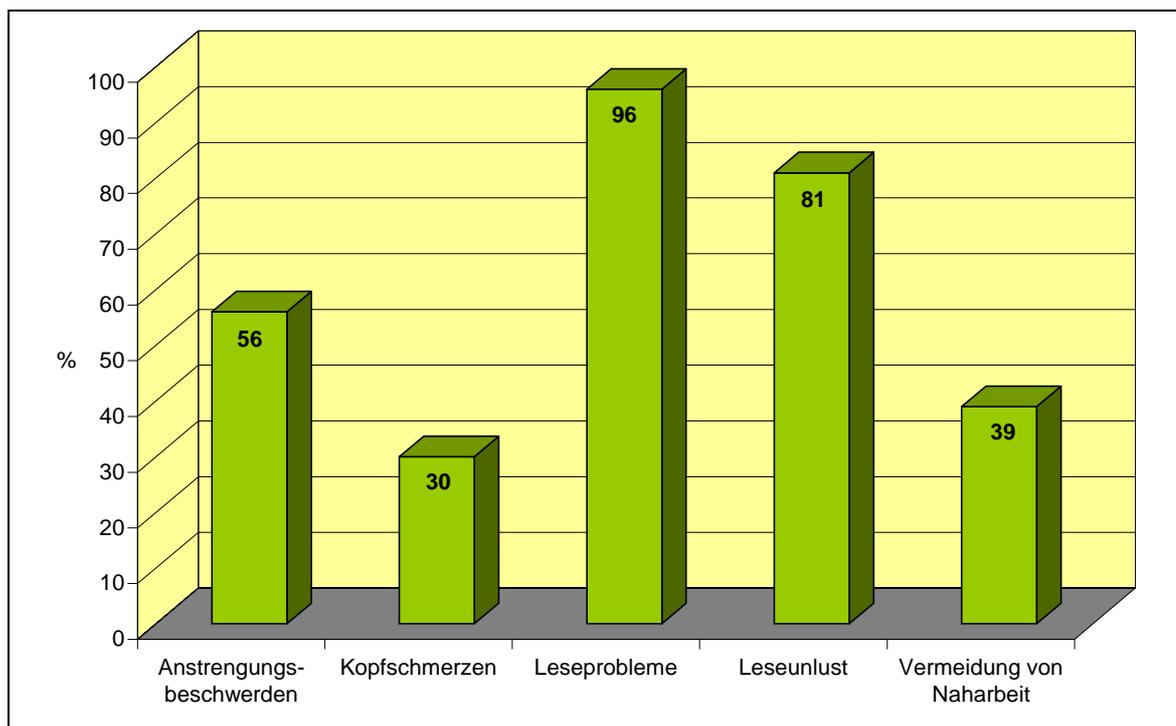
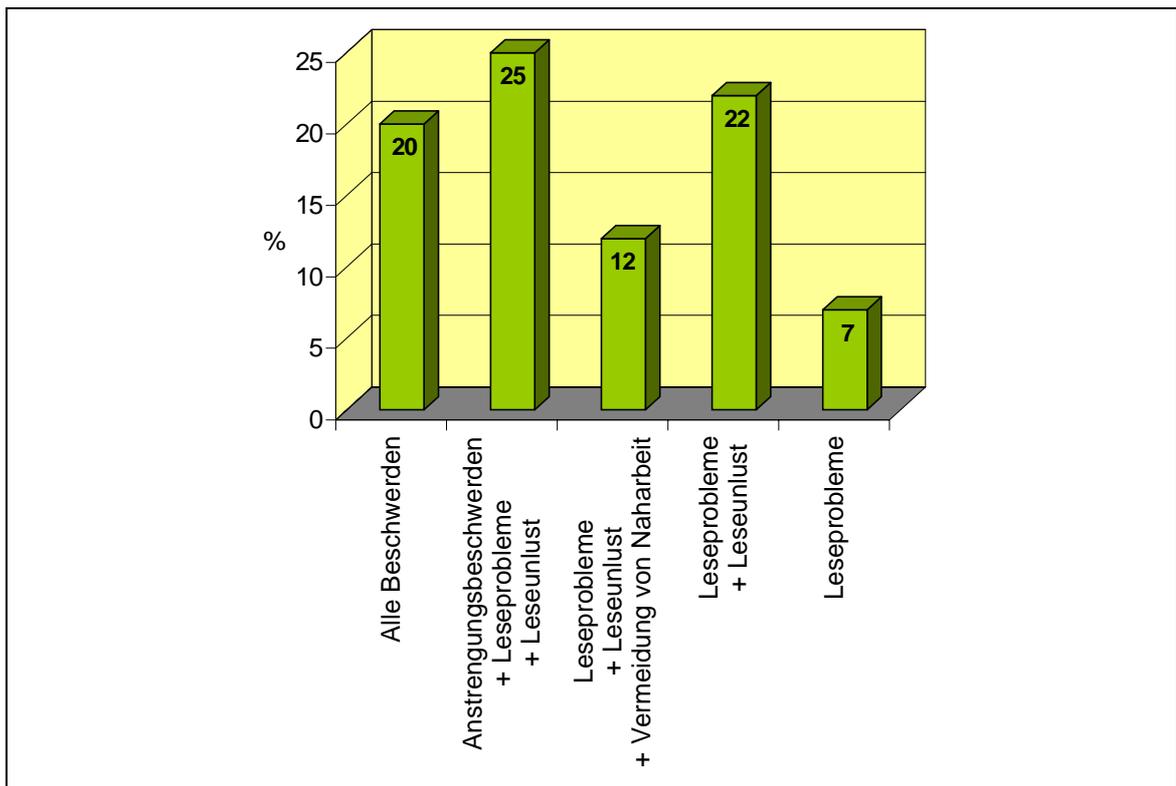


Abbildung 30: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Sehbeschwerden, Mehrfachnennungen sind möglich
n=247

Nur in wenigen Fällen wurden die Anstrengungsbeschwerden oder eine der in drei Gruppen unterteilten Sehstörungen als alleiniges Problem angegeben. Meistens treten sie in Kombinationen auf. Eine Übersicht der fünf am häufigsten angegebenen Beschwerdekombinationen ist in Abbildung 31 zu sehen. Sie stellen mit 86% den Hauptanteil der Beschwerdekombinationen dar.



**Abbildung 31: Verteilung der fünf häufigsten Beschwerdekombinationen, welche bei 86% aller Kinder mit LRS angegeben wurden
n=247**

Am häufigsten vertreten sind die Beschwerdekombinationen aus Anstrengungsbeschwerden und Sehstörungen. Diese sind bei 111 (45%) der 247 Kinder angegeben und setzen sich aus 49 Kindern (20%) mit Anstrengungsbeschwerden, Leseproblemen, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit und 62 Kindern (25%) mit Anstrengungsbeschwerden, Leseproblemen und Leseunlust zusammen. Aber auch ohne auffällige Anstrengungsbeschwerden wurden bei 55 Kindern (22%) Leseprobleme und Leseunlust und bei 29 Kindern (12%) Leseprobleme, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit angegeben. Bei 17 Kindern (7%) wurden nur Leseprobleme angegeben. Es ist nicht auszuschließen, dass bei genauerer Befragung der Eltern bzw. bei genauerer Beobachtung der Kinder durch die Eltern auch bei diesen Kindern weitere Sehstörungen und eventuell Anstrengungsbeschwerden angegeben worden wären.

Selten angegebene Beschwerdekombinationen sind wegen der Geringfügigkeit an dieser Stelle nicht dargestellt, können aber im Anhang in Tabelle 22 nachgelesen werden.

7.3.7 Verteilung der optometrischen Verordnung

Im Rahmen der 247 Augenuntersuchungen wurden jeweils optometrische Empfehlungen abgegeben. Dabei bekamen nicht alle Kinder eine Brille verordnet. Die Verteilung der Verordnungen wird ebenfalls in diesem Teil der retrospektiven Studie beschrieben.

Als Ergebnis der optometrischen Untersuchung erhielten 180 (72%) von den 247 Kindern eine neue Brille, bei 15 Kindern (6%) wurde die bisherige Brille beibehalten und bei 54 Kindern (22%) wurde keine Brille verordnet. Die Abbildung 32 zeigt, wie sich die Verordnung von Fern- und Nahbrille sowie von Brillen mit und ohne prismatischer Korrektur verteilen. Die Nah Brillen hatten keine prismatischen Gläser.

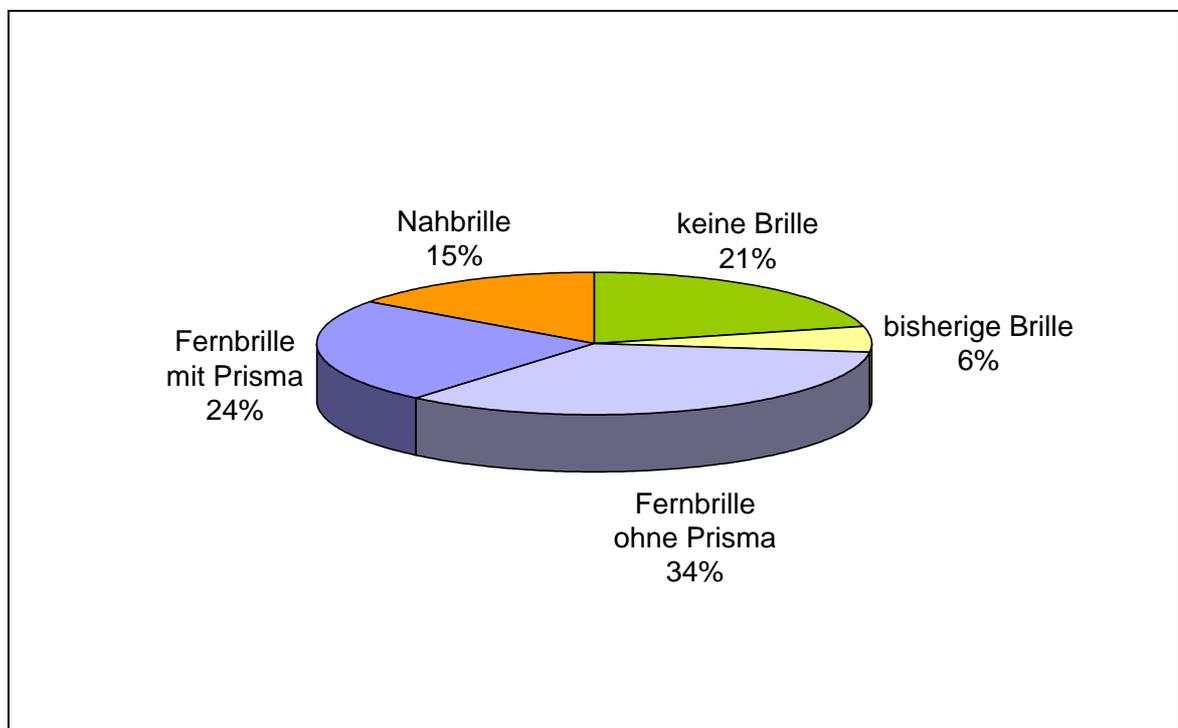


Abbildung 32: Verteilung der optometrischen Verordnungen
n=247 Kinder mit LRS

Der Fernbrillenverordnung mit prismatischer Korrektur bei 60 Kindern (24%) stehen 83 (34%) Fernbrillenverordnungen ohne prismatische Korrektur gegenüber. Dies zeigt, dass nur etwa 1/4 der Sehprobleme auf unkorrigierte assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF) zurückzuführen sind. Hierbei ist aber auch zu bemerken, dass nicht alle Fälle von AP=WF korrigiert wurden, sondern nur solche, bei welchen neben den reinen Les-Rechtschreibproblemen noch asthenopische Beschwerden vorhanden waren.

7.3.7.1 Nahbrillenverordnung

Eine Nahbrille auf Grund einer beeinträchtigten Akkommodationsfähigkeit erhielten 37 Kinder (15%). Diese Nahkorrektur wird verordnet, wenn sich bei der dynamischen Skiaskopie nach der MEM-Methode ein deutlich höheres Ergebnis als bei der statischen Skiaskopie ergibt (siehe Kapitel 4.4.4).

7.3.7.2 Konvergenztraining

Ein Training der Konvergenz wird empfohlen, wenn der Nahpunkt der Konvergenz weiter als 8-10cm vor dem Auge liegt, d.h. wenn eine Konvergenzinsuffizienz vorliegt. Das war bei 22 von den 247 Kindern der Fall. Das Konvergenztraining ist zusätzlich oder unabhängig von einer Brillenkorrektur verordnet worden. Abbildung 33 zeigt, dass das Konvergenztraining im gleichen Verhältnis bei einer Nahbrillenverordnung (6 Kinder, 27%), bei einer Fernbrille ohne prismatische Korrektur (6 Kinder, 27%) und ohne Brillenverordnung (7 Kinder, 32%) empfohlen wurde. Zusätzlich zu einer Fernbrille mit prismatischer Korrektur von Exo-AP=WF bekamen 3 Kinder (14%) ein Training der Konvergenz verordnet.

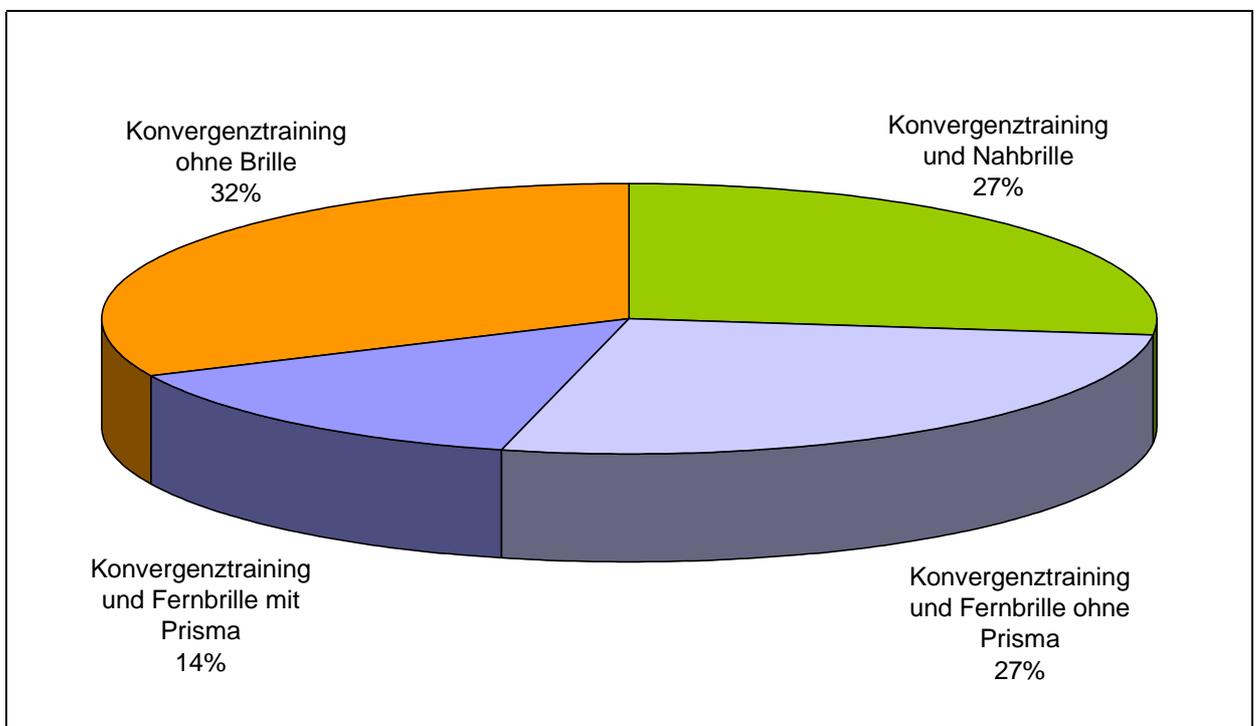


Abbildung 33: Verordnung von Konvergenztraining bei n=22 Kindern

Die Verteilung der optometrischen Ordnungen innerhalb dieser Studie zeigen Übereinstimmungen zu einer Studie der Universitäts-Augenklinik Würzburg bei 341 Schulkindern mit LRS (Schäfer, W., 1998, S.1f.). Von diesen Kindern benötigten 40% keine Sehkorrektur. Bei allen anderen Kindern wurde entweder die bisherige Brille beibehalten oder sie benötigten eine (neue) Brille. Es wurden unter anderem Nahkorrekturen und Korrekturen von Exo-AP=WF verordnet.

7.3.8 Sehschärfe

Die Anforderungen an die Sehschärfe (Visus) sind beim Erlernen des Lesens und Schreibens eher gering. So ist die normale Druckschrift mit einer Versailenhöhe von 3mm mit einem Visus von 0,5 noch gut lesbar und mit einem Visus von 0,3 auch noch erkennbar, wenn auch mit größerer Anstrengung. Im Unterricht der ersten Klasse wird mit einer Versailenhöhe von 9mm begonnen, so dass die Anforderungen an die Sehschärfe noch geringer sind. Bei den lese-rechtschreibschwachen Kindern liegen die visuellen Probleme auch nicht vorrangig in einer schwachen Sehschärfe.

Auch innerhalb dieser Studie haben etwa 80% aller Kinder ohne Korrektur eine Sehschärfe von 100%. Die Visuswerte vor der Korrektur sind in Abbildung 34 dargestellt und die Visuswerte nach der Korrektur sind in Abbildung 35 dargestellt.

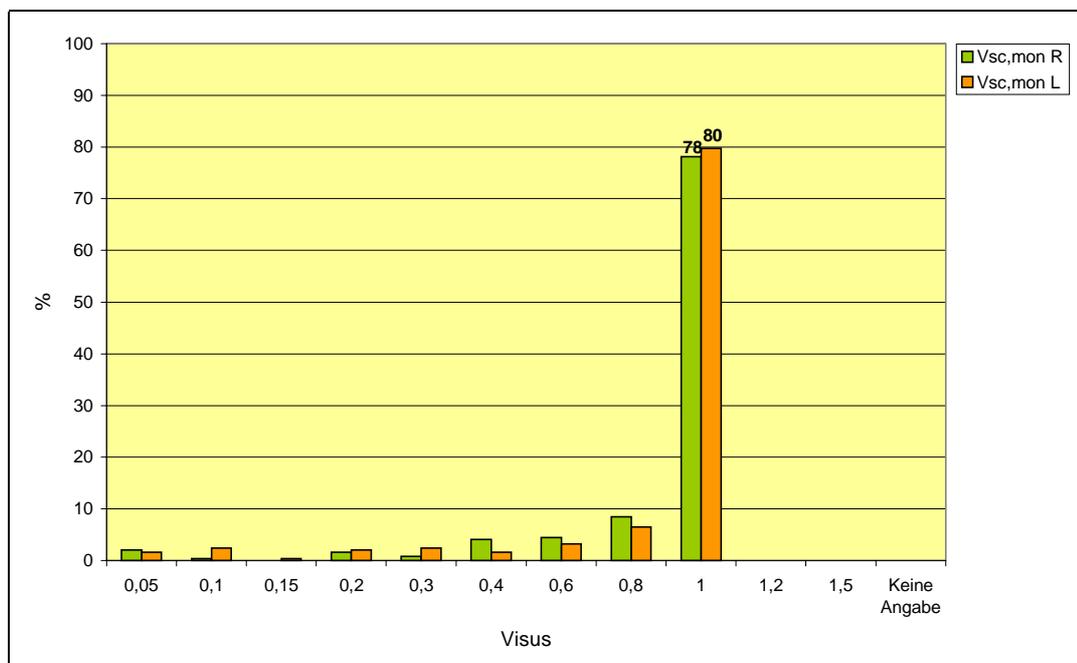


Abbildung 34: Verteilung der Sehschärfe auf dem linken und dem rechten Auge ohne Korrektur
n=247

Vor der Korrektur hatten 193 (78%) der rechten Augen und 197 (80%) der linken Augen einen Visus von 1,0. Nach der Korrektur steigerte sich der Visus, so dass 233 (94%) der rechten Augen und 230 (93,1%) der linken Augen auf einen Visus von 1,0 kamen. Diese Visussteigerung wurde vorrangig bei den myopischen Sehfehlern erreicht.

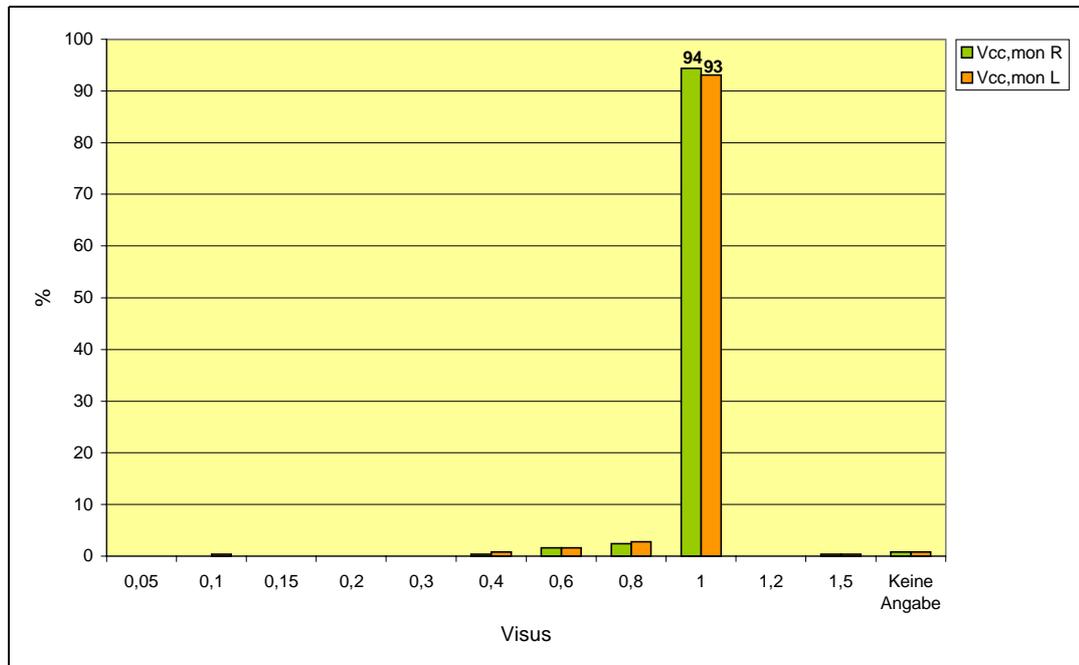


Abbildung 35: Verteilung der Sehschärfe auf dem linken und dem rechten Auge mit Korrektur
n=247

7.3.9 Die sphäro-cylindrischen Wirkungen der Fernbrillen

Die Abbildung 36 zeigt, dass die meisten der Fernkorrekturen Hyperopie-Korrekturen waren, sowohl ohne prismatische Korrektur 76 (53%) als auch mit prismatischer Korrektur 38 (27%). Auch in anderen Studien wurde bei Legasthenikern eine vermehrte Hyperopie festgestellt (Wright, 1995, S.20).

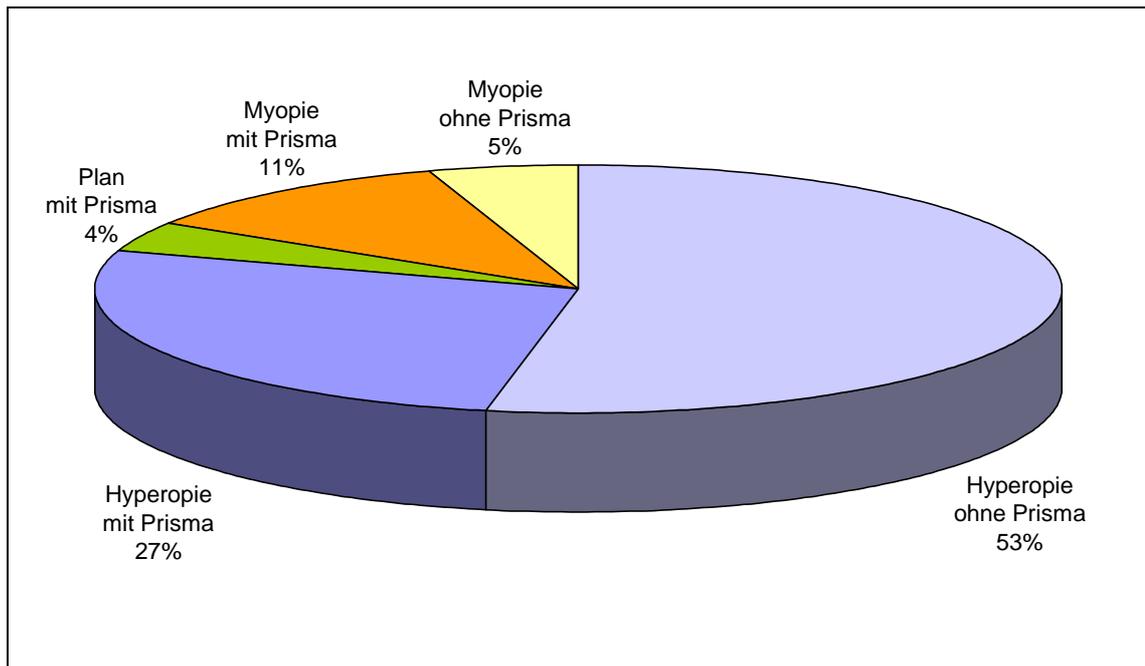


Abbildung 36: Die Verteilung der sphäro-cylindrischen Wirkungen bei Fernbrillen mit und ohne Prisma n=143 Fernkorrekturen

Eine Myopiekorrektur war nur bei wenigen Kindern notwendig. Von ihnen erhielten 7 (5% der Gesamtfernbrillen) eine Korrektur ohne und 16 (11% der Gesamtfernbrillen) eine Korrektur mit prismatischer Wirkung. Bei myopischen Refraktionsfehler ist die Sehschärfe in der Ferne herabgesetzt, wodurch die Kinder das Tafelbild häufig nicht bzw. nur schlecht erkennen. Daher werden diese Refraktionsfehler im allgemeinen recht früh bemerkt und auch korrigiert. Sie wirken sich kaum auf das Nahsehen aus. Eine Fernbrille mit sphärischer Planwirkung und prismatischer Korrektur bekamen 6 Kinder (4%).

Insgesamt waren nur zwei Kinder mit einer Anisometropie (Brechwertunterschied zwischen beiden Augen ≥ 2 dpt) auffällig. Wegen der geringen Anzahl wurde die Anisometropie nicht extra in der Abbildung aufgenommen. Sie sind entsprechend der sphärischen Wirkung je eine in Hyperopie ohne und Hyperopie mit prismatischer Korrektur enthalten.

7.3.9.1 Die sphäro-cylindrischen Wirkungen bei Fernbrillen ohne Prisma

Für die Betrachtung der Verteilung von sphärischen und astigmatischen Korrekturen bei den 83 Fernbrillen ohne prismatische Korrektur wurden die dioptrischen Wirkungen der sphärischen Korrekturen in 0,5dpt Schritten eingestuft. Die cylindrischen Wirkungen wurden wie in Tabelle 11 dargestellt eingeteilt. Die Einordnung erfolgte entsprechend dem stärkeren dioptrischen Wert.

Astigmatismus
$\leq 1,0$
1,25-2,00
$> 2,00$

Tabelle 11: Einteilung der cylindrischen Wirkungen

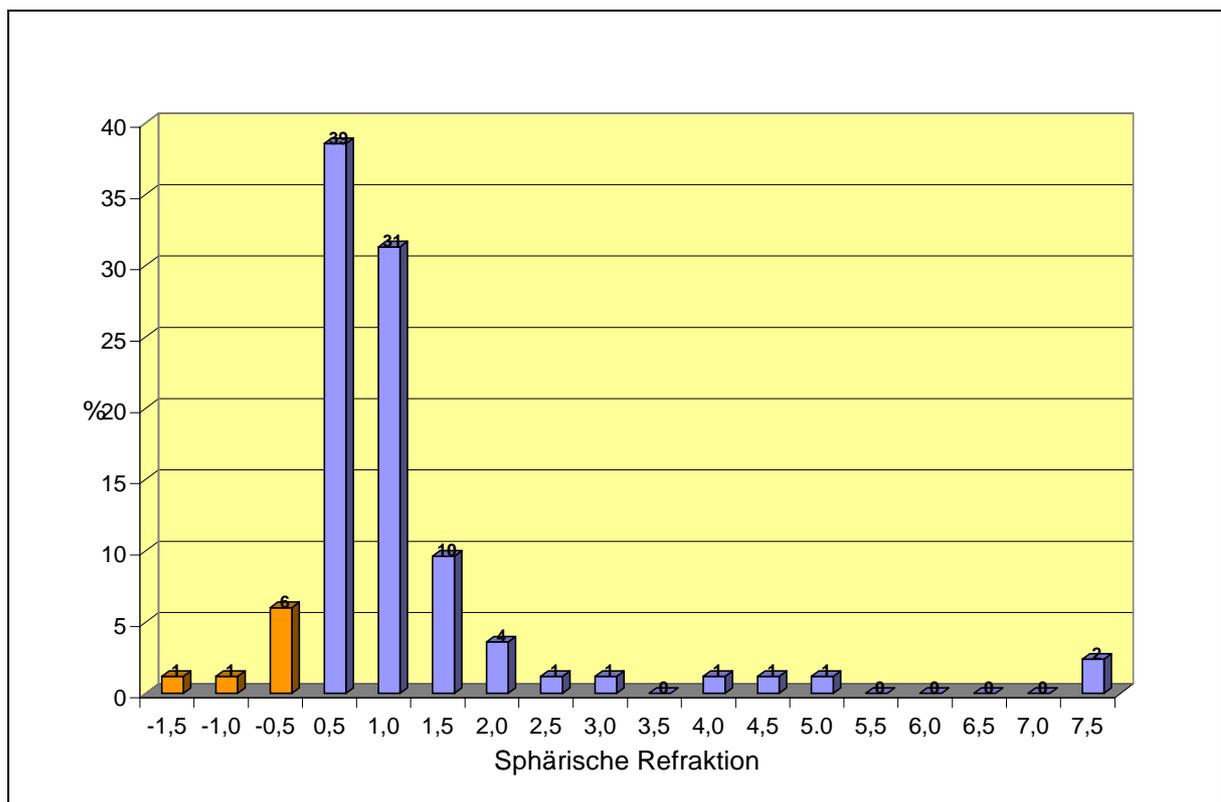


Abbildung 37: Verteilung der Korrekturen reiner sphärischer Refraktionsfehler bei Fernbrillen ohne Prisma n=83

In Abbildung 37 sind die verordneten Fernbrillen ohne Prisma hinsichtlich der sphärischen Korrektur dargestellt. Auffällig sind die vielen Korrekturen sehr geringer Hyperopien. Fast alle (58 Korrekturen, 70%) korrigierten sphärischen Refraktionsfehler sind Hyperopien kleiner als 1dpt. Diese hätten nach konventionellen diagnostischen Kriterien keiner Korrektur bedurft, da

Kinder solche Werte in der Regel bequem akkommodieren können. Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, bereiten aber gerade dem Anschein nach unbedeutende Hyperopien und Astigmatismen bei Kindern mit Lese-Rechtschreibschwäche Probleme beim Sehen. Es empfiehlt sich daher, mit einer Art Entlastungsbrille alle vorhandenen Sehfehler, auch die geringer Hyperopien, zu korrigieren. Dies soll sicherstellen, dass jede mögliche Beeinflussung auf ein ungestörtes und beschwerdefreies Sehen ausgeschlossen ist.

Ähnlich verhält es sich mit den korrigierten astigmatischen Sehfehlern, welche in Abbildung 38 dargestellt sind.

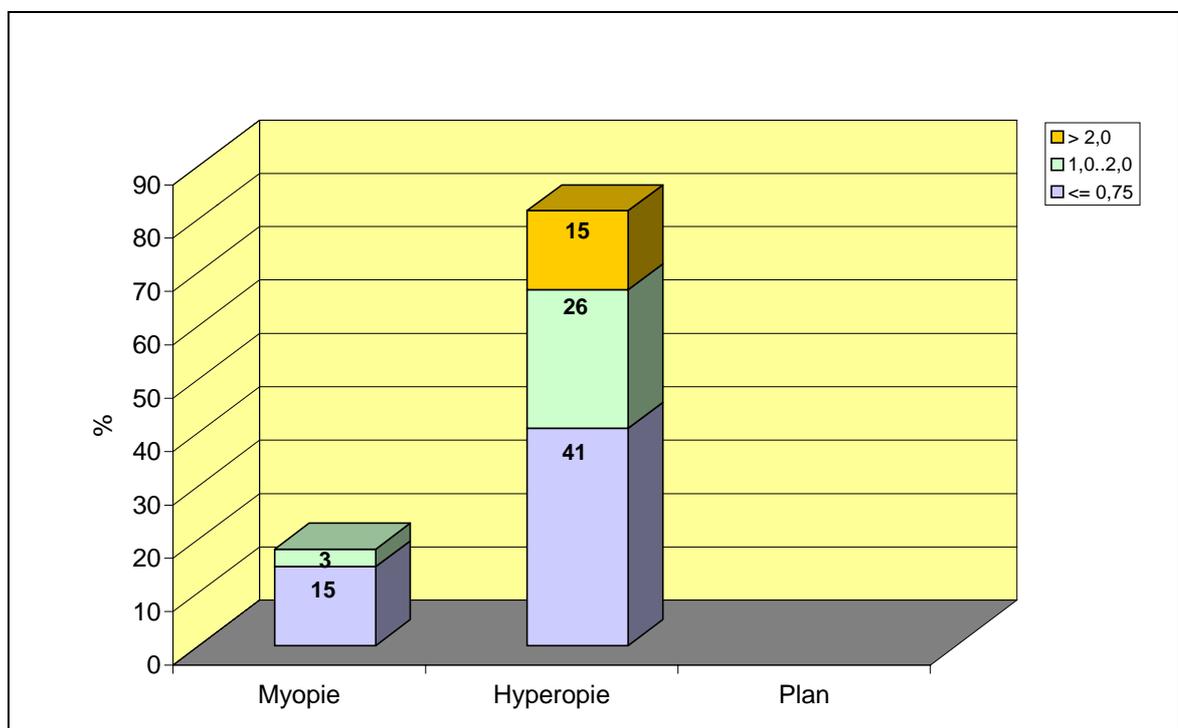


Abbildung 38: Verteilung der astigmatischen Korrekturen bei Fernbrillen ohne Prisma
n=27

Bei den 83 Fernbrillen ohne Prisma wurden 27 astigmatische Sehfehler korrigiert. Auch hier liegen mit 15 Korrekturen (56%) von kleiner/gleich 0,75dpt vorwiegend Größenordnungen von normalerweise nicht korrektionsbedürftigen astigmatischen Werten vor. Von diesen sind bei den Hyperopen 11 kleiner/gleich 0,75dpt (41%), 7 zwischen 1,0dpt und 2,0dpt (26%) und nur 4 größer als 2dpt (15%). Bei den Myopen sind 4 astigmatische Sehfehler kleiner/gleich 0,75dpt (15%). Nur eine astigmatische Korrektur liegt zwischen 1,0 und 2,0dpt und keine darüber.

7.3.9.2 Die sphäro-cylindrischen Wirkungen bei Fernbrillen mit Prisma

Die dioptrischen Wirkungen wurden entsprechend Tabelle 11 eingeteilt und entsprechend dem stärkeren dioptrischen Wert eingeordnet. Auch bei den 60 Fernbrillen mit Prisma wurden vorwiegend geringe Hyperopien korrigiert. Wie in Abbildung 39 zu sehen ist, sind 30 Korrekturen (50%) der sphäro-cylindrischen Wirkungen bei Fernbrillen mit Prisma kleiner/gleich +0,5dpt. Dieses Verordnungsverhalten ist aber nicht verwunderlich, da bei einer prismatischen Korrektur alle refraktiven Fehler so weit wie möglich korrigiert werden müssen. Nur bei 6 Kindern (10%) lagen neben der binokularen Fehlsichtigkeit keine refraktiven Fehler vor.

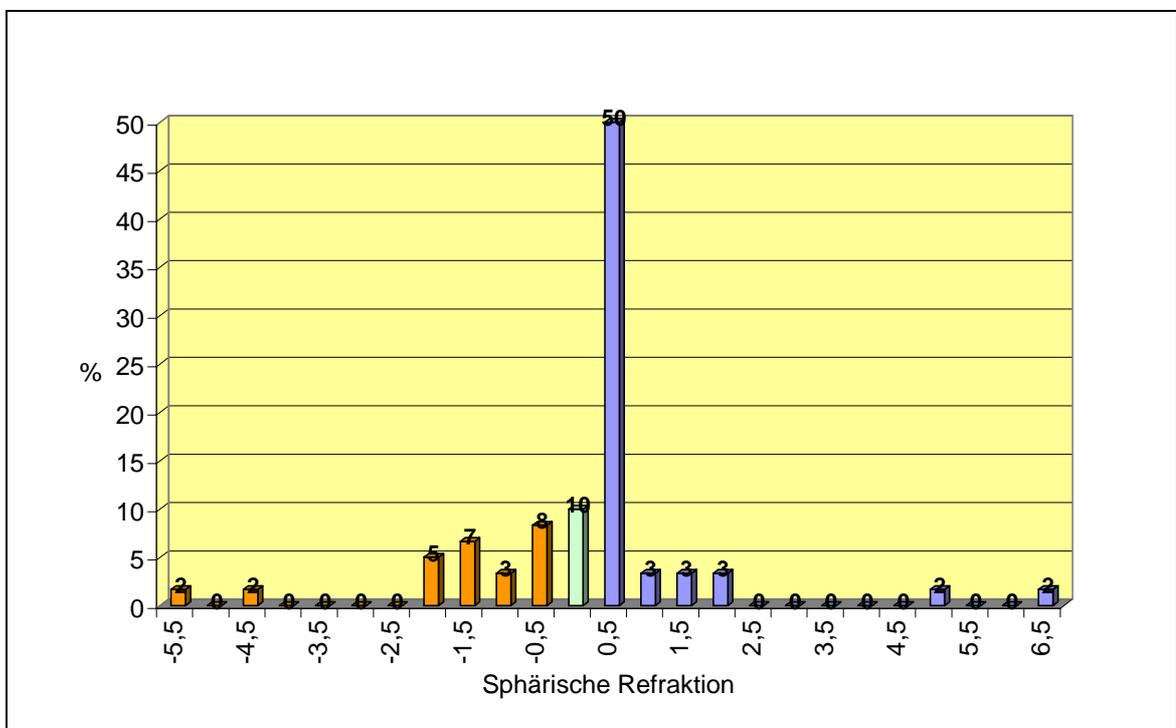


Abbildung 39: Verteilung der Korrekturen reiner sphärischer Refraktionsfehler bei Fernbrillen mit Prisma
n=60

Ein astigmatischer Fehler bei den 60 Fernbrillen mit Prisma wurde 25 mal korrigiert. Deren Verteilung ist in Abbildung 40 dargestellt. 76% (19 Korrekturen) der astigmatischen Korrekturen liegen bei einem Wert von kleiner/gleich 0,75dpt Cylinder, 5 Korrekturen liegen zwischen einem Wert von 1,0dpt und 2,0dpt Cylinder. Es liegt nur ein astigmatischer Fehler von größer als 2,0dpt Cylinder vor. Die astigmatischen Fehler verteilen sich etwa gleichmäßig auf die sphärischen Refraktionsfehler Myopie (9 Korrekturen, 36%) und Hyperopie (13 Korrekturen, 52%). Zusätzlich sind drei astigmatische Fehler ohne vorliegenden sphärischen Refraktionsfehler korrigiert worden.

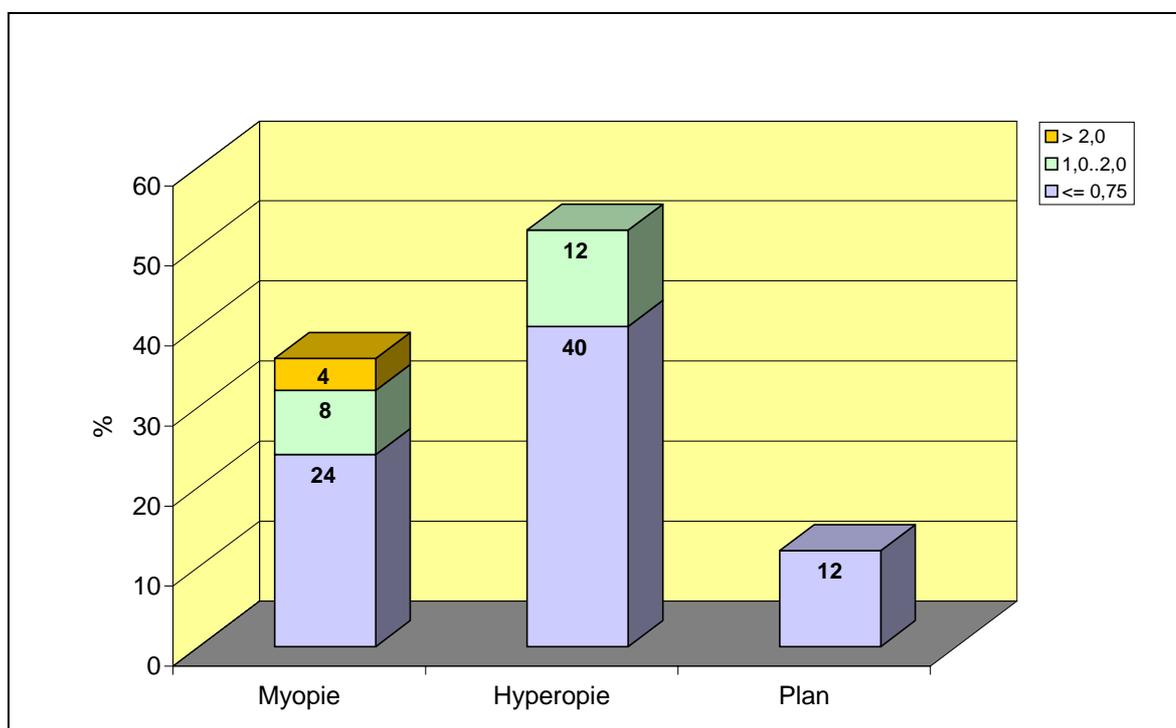
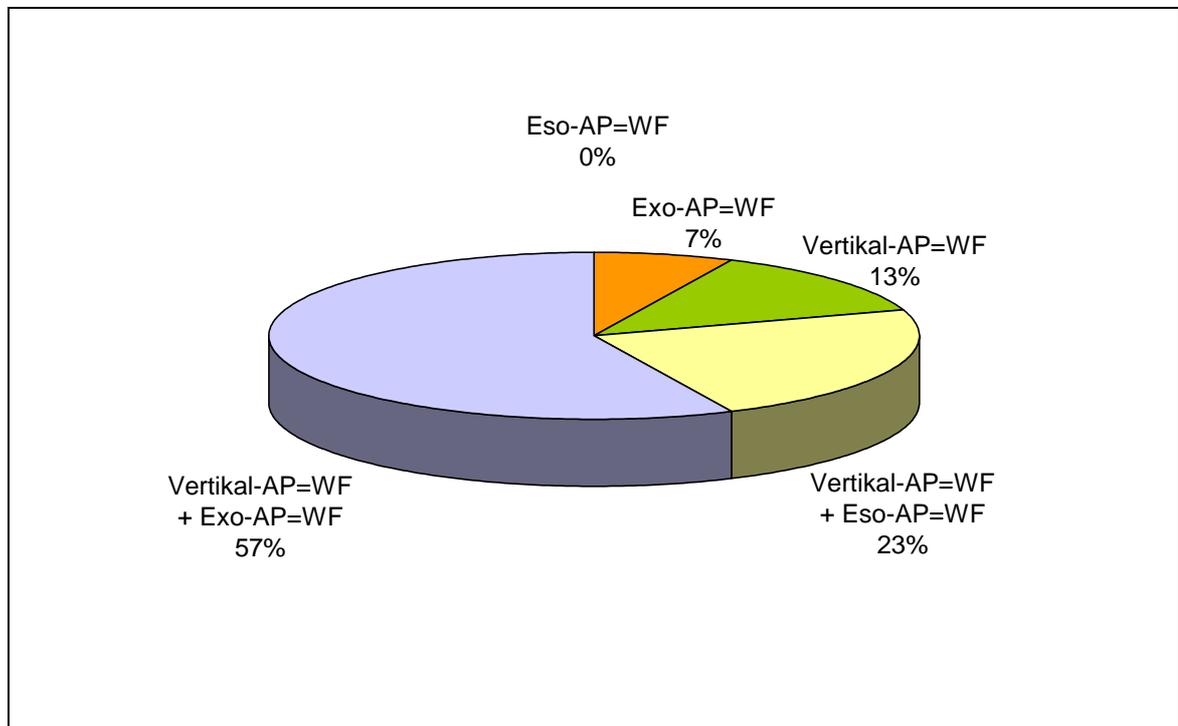


Abbildung 40: Verteilung der astigmatischen Korrekturen bei Fernbrillen mit Prisma
n=25

7.3.10 Häufigkeitsverteilung der Fernkorrekturen mit Prisma

In dieser Auswertung der prismatischen Verordnungen beziehen sich die Angaben auf das Gesamtprisma, welches in der Brille gleichmäßig auf die rechte und linke Seite verteilt wurde. Die gesamtprismatischen Wirkungen wurden unterteilt in reine Eso – assoziierte Phorie = Winkelfehlsichtigkeit (AP=WF), reine Exo–AP=WF, reine Vertikal–AP=WF und die Kombinationen Vertikal–AP=WF mit Eso–AP=WF sowie Vertikal–AP=WF mit Exo–AP=WF. Bei den Kombinationen von horizontal- und vertikalprismatischer Verordnung wurde die

Verteilung auf die Wirkung des Vertikalprismas bezogen, da vertikale Augenstellungsfehler schon bei sehr geringen Größenordnungen das Sehen stärker beeinflussen als horizontale Augenstellungsfehler.



**Abbildung 41: Häufigkeitsverteilung der gesamtprismatischen Wirkung hinsichtlich der Horizontal- und Vertikalkomponente
n=60 Fernbrillen mit prismatischer Wirkung**

In der Abbildung 41 ist die Häufigkeitsverteilung der gesamtprismatischen Wirkung hinsichtlich der Horizontal- und Vertikalkomponente dargestellt. Das Ordnungsverhalten zeigt deutlich, dass die Vertikalkomponenten einer Eso-AP=WF und Exo-AP=WF im allgemeinen korrigiert werden, während eine reine Eso-AP=WF bei Kindern zunächst unkorrigiert bleibt und bei Kindern mit einer LRS weniger verbreitet ist (Cagnolati, 2000). Dieses Ordnungsverhalten ist darauf zurückzuführen, dass eine AP=WF nur dann korrigiert wurde, wenn sie Sehbeschwerden (asthenopische Beschwerden) hervorruft. Schon sehr kleine vertikale Augenstellungsfehler können Beschwerden verursachen, da die vertikale Fusionsbreite physiologischer Weise geringer ist als die horizontale Fusionsbreite. Vertikale Augenstellungsfehler werden daher im allgemeinen immer korrigiert.

Von allen 60 prismatischen Ordnungen besteht der überwiegende Teil aus Korrekturen von Vertikalkomponenten (56 Korrekturen, 93%). Diese sind zusammengesetzt aus 34 (57%) Vertikal-AP=WF mit Exo-AP=WF, 14 (23%) Vertikal-AP=WF mit Eso-AP=WF und 4 (13%)

reine-AP=WF. Vertikale Augenstellungsabweichungen werden auch nach konventionellen diagnostischen Kriterien immer vollkorrigiert, auch schon bei sehr geringen Werten.

Eine reine Horizontal-AP=WF vom Typ Exo-AP=WF wurde nur 4 mal (7%) korrigiert, eine reine Eso-AP=WF gar nicht. Dies heißt jedoch nicht, dass diese nicht vorlag. Im Institut für Augenoptik-Optometrie von Herrn Cagnolati wird bei reinen Eso-AP=WF zuerst eine eventuell vorhandene Hyperopie ausgeglichen oder eine Nahbrille verordnet. Lassen sich damit die Beschwerden nicht beheben, wird im zweiten Schritt eine prismatische Korrektur verordnet.

7.3.10.1 Größenordnungen der prismatischen Verordnungen

Die prismatischen Wirkungen wurden entsprechend Tabelle 12 eingeteilt. Die Größenordnungen der prismatischen Verordnungen sind in Abbildung 42 dargestellt. Die Kombinationen von vertikal- und horizontalprismatischer Verordnung wurden zum Einen nach der Höhe der Vertikalkomponente und zum Anderen nach der Höhe der Horizontalkomponente eingeordnet.

Eso- AP=WF	Exo- AP=WF	Vertikal- AP=WF	Vertikal- + Eso- AP=WF	Vertikal- + Exo- AP=WF
≤ 0,5				
0,75 – 1,0				
1,25 – 2,0				
> 2,25				

Tabelle 12: Einteilung der prismatischen Wirkungen

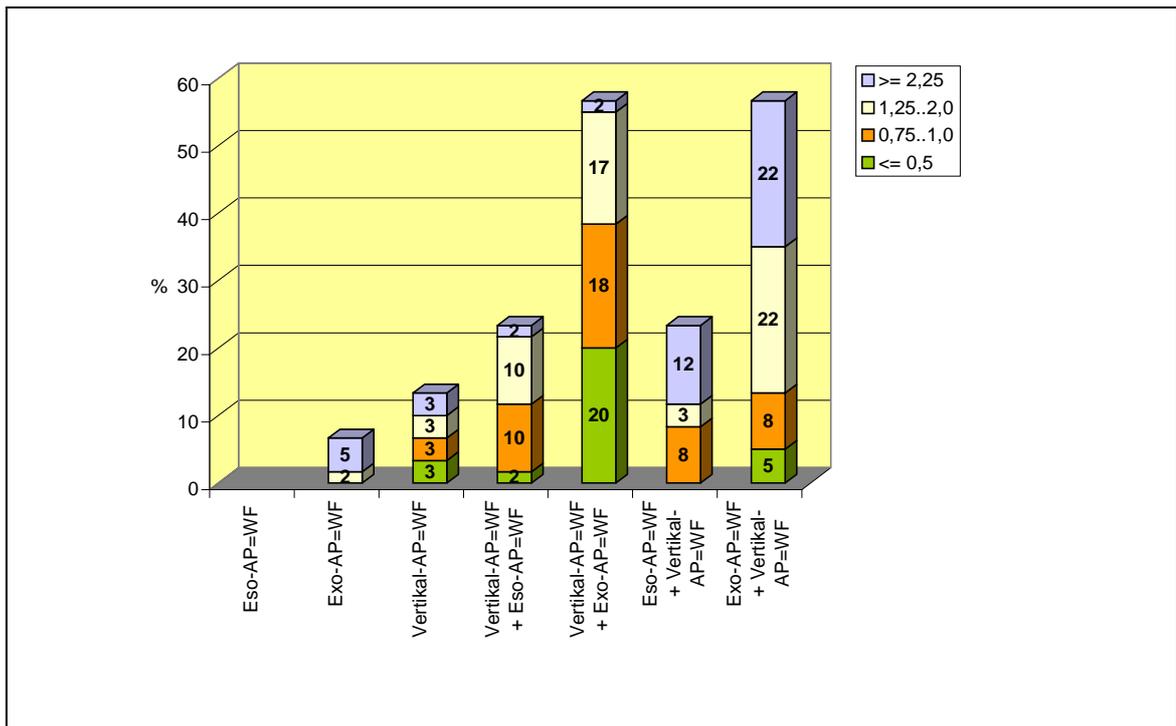


Abbildung 42: Größenordnungen der prismatischen Verordnungen
 Die Einordnung der Kombinationen von vertikal- und horizontalprismatischer Verordnung erfolgte erst nach der Höhe der Vertikalkomponente und daneben nach der Höhe der Horizontalkomponente.
 n=60 Fernbrillen mit prismatischer Korrektur

Die Auswertung der Größenordnungen der prismatischen Korrekturen zeigt, dass sich diese bezogen auf die Vertikalkomponente fast alle gleichmäßig zwischen $\leq 0,5$ pdpt, 0,75 bis 1,0pdpt und 1,25 bis 2,0pdpt verteilen. Nur in je einem Fall bei Kombinationen von vertikal- und horizontalprismatischer Verordnung und bei zwei Fällen von reinen vertikalprismatischen Verordnungen lagen die prismatischen Werte über 2,25pdpt.

Die Kombinationen von vertikal- und horizontalprismatischer Verordnung hinsichtlich der Horizontalkomponente weisen überwiegend höhere prismatische Werte auf. Diese sind zu je 22% zwischen 1,25 bis 2,0pdpt und über 2,25pdpt. Die Korrekturen der Exo-AP=WF verteilen sich auf eine Korrektur zwischen 1,25 bis 2,0pdpt und drei Korrekturen über 2,25pdpt.

7.3.11 Korrelation von Sehbeschwerden und Sehstörungen zu den visuellen Anomalien

Um Korrelationen von Anstrengungsbeschwerden und Sehstörungen zu den visuellen Anomalien untersuchen zu können wurden die fünf häufigsten Beschwerdekombinationen den optometrischen Korrekturen gegenübergestellt. Beide Variablen sind in der Tabelle 13 aufgeführt und wurden statistisch auf einen Zusammenhang hin untersucht.

Variable X: Beschwerdekombinationen	Variable Y: optometrische Korrekturen
- Nur Lese Probleme	- Hyperopie ohne Prisma
- Lese Probleme und Leseunlust	- Hyperopie mit Prisma
- Lese Probleme, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit	- Myopie ohne Prisma
- Lese Probleme, Leseunlust und Anstrengungsbeschwerden	- Myopie mit Prisma
- Alle Beschwerden	- Nahbrille
	- Bisherige Brille
	- Keine Brille

Tabelle 13: Die statistisch auf Korrelation überprüften fünf häufigsten Beschwerdekombinationen und optometrischen Korrekturen

Ein geeignetes Maß für den Zusammenhang von nominal skalierten Variablen ist der Phi-Koeffizient (Φ). Ist dieser gleich 0, besteht kein Zusammenhang, ist er gleich 1, ist ein perfekter Zusammenhang zwischen den Variablen gegeben. In dem hier ausgewerteten Fall ist $\Phi^2=0,116$, womit der Zusammenhang zwischen den beiden Variablen als gering einzuschätzen ist. Der Phi-Koeffizient misst zunächst nur den Zusammenhang in den konkret vorliegenden Daten. Um zu beurteilen, ob zwischen den Beschwerden und den Korrekturen tatsächlich kein Zusammenhang besteht, wurde der Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest durchgeführt. Der Test bestätigt mit $\chi^2=16,92$, dass zwischen den Beschwerden und den Korrekturen kein direkter Zusammenhang besteht.

Da die statistische Auswertung keinen direkten Zusammenhang zwischen den einzelnen Beschwerdekombinationen und den optometrischen Kombinationen ergab, wurden diese zur Übersicht in zwei Graphiken gegenübergestellt.

In der Abbildung 43 ist die Verteilung der Beschwerden zu den Korrekturen dargestellt. In dieser Darstellung beziehen sich die 100% - Angaben auf die Anzahl der Kinder, bei welchen die gleichen Verordnungen durchgeführt wurden. 100% werden nicht erreicht, da nur die fünf häufigsten Beschwerdekombinationen dargestellt sind. Zum Beispiel haben 76 Kinder eine Hyperopie – Korrektur ohne prismatische Korrektur bekommen, diese sind gleich 100%. Bei 68 Kindern mit einer Hyperopie – Korrektur ohne prismatische Korrektur wurden im Fragebogen eine der fünf Beschwerdekombinationen angegeben, dies entspricht 89% der 76 Kinder.

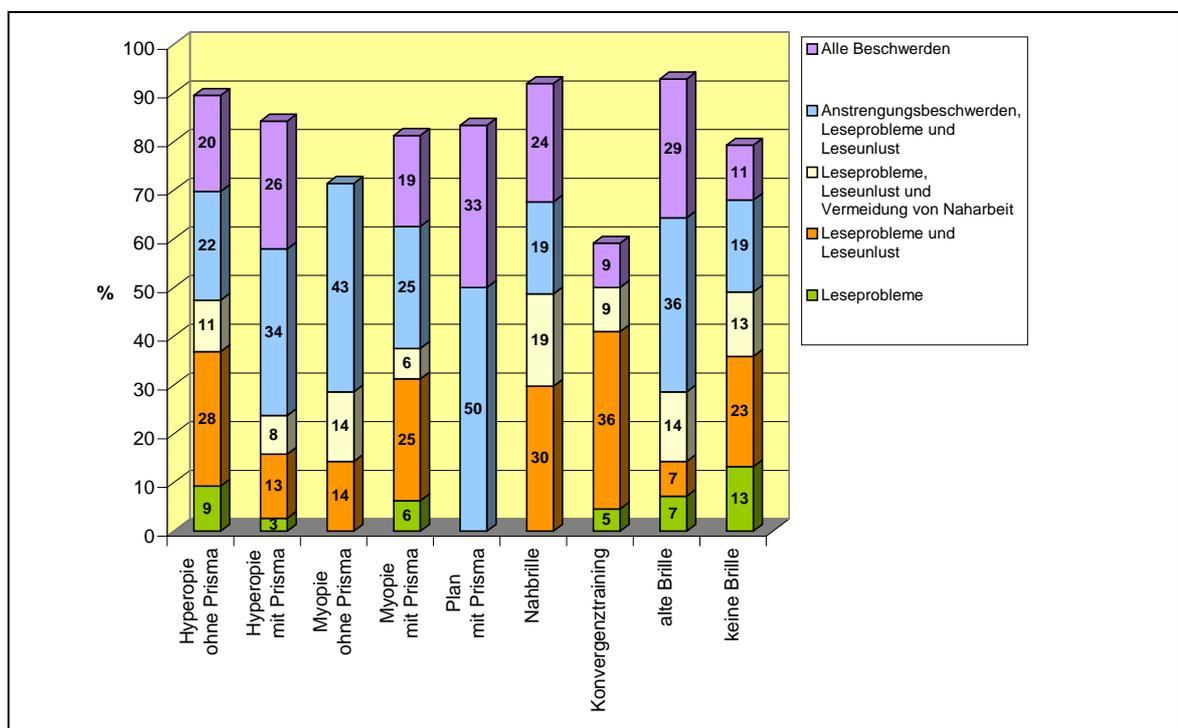


Abbildung 43: Verteilung der Beschwerden zu den Korrekturen
Die 100% - Angaben beziehen sich auf die Anzahl der Kinder, welche jeweils die gleichen optometrischen Korrekturen erhielten.

In der Abbildung 44 ist die Verteilung der Korrekturen zu den Beschwerden dargestellt. Hierbei beziehen sich die 100% - Angaben auf die Anzahl der Kinder, welche jeweils die gleichen Beschwerdekombinationen aufweisen. Es ist dargestellt, wie sich die optometrischen Verordnungen auf die jeweilige Beschwerdekombination verteilen. Dabei können mehr als 100% auftreten, da das Konvergenztraining zusätzlich zu den anderen Korrekturen verordnet wurde.

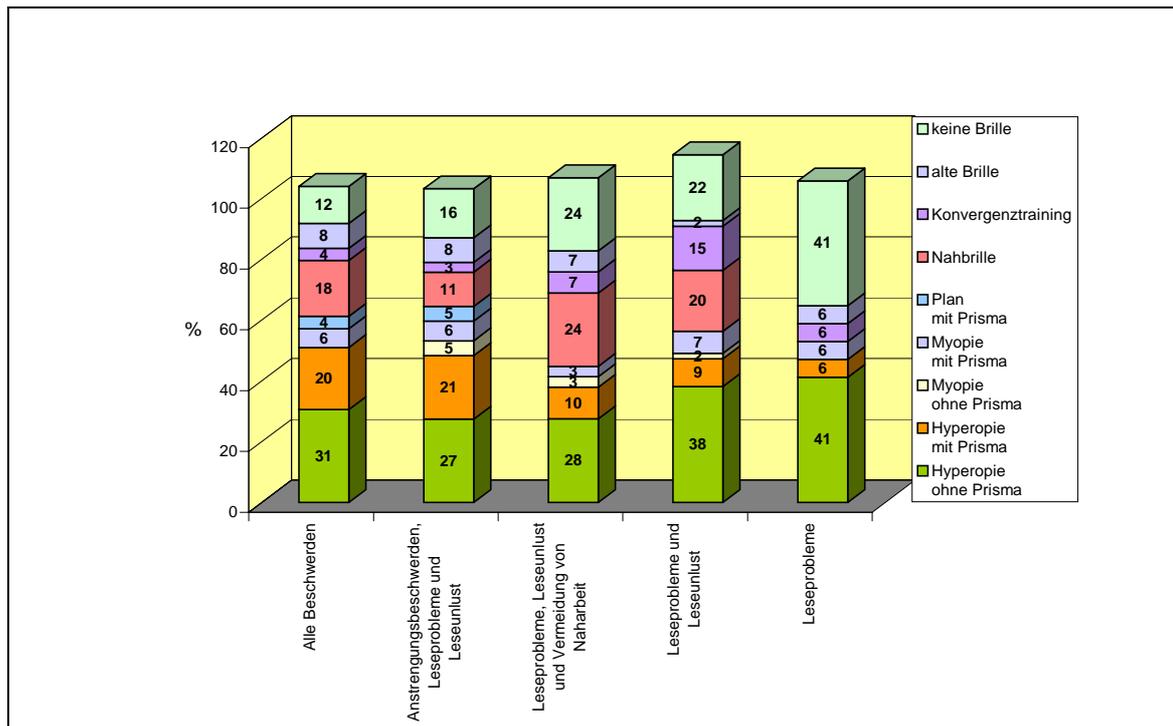


Abbildung 44: Verteilung der Korrekturen zu den Beschwerden
Die 100% - Angaben beziehen sich auf die Anzahl der Kinder, welche jeweils die gleichen Beschwerdekombinationen aufweisen.

An der Abbildung 43 und Abbildung 44 ist zu sehen, dass beim überwiegenden Teil der Beschwerdekombinationen alle Verordnungen vorzufinden sind. Einzig bei der Kombination Anstrengungsbeschwerden, Leseprobleme und Leseunlust wurde kein Konvergenztraining verordnet. Keine Myopie ohne prismatische Korrektur liegt bei allen Beschwerden und bei Leseproblemen vor. Genauso findet sich bei reinen Leseproblemen keine Nahbrillenverordnung. Bei den Beschwerdekombination ohne Anstrengungsbeschwerden wurde keine reine prismatische Verordnung vorgenommen. Dies beruht darauf, dass assoziierte Phorien = Winkelfehlsichtigkeiten ($AP=WF$) nur dann korrigiert wurde, wenn entsprechende asthenopische Beschwerden in Verbindung mit LRS vorhanden sind.

Aus dieser graphischen Darstellung wie auch aus der statistischen Auswertung lassen sich keine direkten Korrelationen zwischen Beschwerden und optometrischen Verordnungen herstellen. Daraus lässt sich innerhalb dieser Studie der Schluss ziehen, dass sich von einer Beschwerdekombination kein Rückschluss auf bestimmte Sehanomalien ziehen lässt und umgekehrt.

Auch in anderen Studien wurden ähnliche Zusammenhänge untersucht. So konnten Lie und Mitarbeiter (Lie, 1993, S. 7f.) in einer Anzahl von Studien einen ursächlichen Zusammenhang zwischen sekundären Sehfehlern (Vergenz- und akkommodationsbeeinträchtigungen, Fixationsdisparation und Amblyopie) und subjektiven Beschwerden (Anstrengungsbeschwerden) bestätigen. Jedoch lies sich auch in diesen Studien kein signifikanter quantitativer Zusammenhang zwischen primären Sehfehlern (Refraktionsfehler und AP=WF) einerseits und sekundären Sehfehlern, subjektiven Symptomen und Lesefähigkeit andererseits aufzeigen, was jedoch eine funktionale Beziehungen noch nicht widerlegt. Diese kann erst nachgewiesen werden, wenn die Auswirkung optischer Vollkorrekturen auf symptomatisch zurückgebliebene Leser untersucht werden.

Eine solche Untersuchung war innerhalb dieser Studie leider nicht möglich, wurde aber von Lie und Mitarbeitern (Lie, 1993, S. 7f.) durchgeführt. In dieser Untersuchung konnte nachgewiesen werden, dass durch optische Vollkorrekturen von vermutlich signifikanten refraktiven Sehfehlern und AP=WF subjektive Symptome verschwinden und subnormale Sehfunktionen normalisiert wurden. Hauptsächlich konnte eine Verbesserung des Leseverständnisses nachgewiesen werden, was darauf hinweist, dass sich die Kinder nach der Vollkorrektur leichter auf den Text konzentrieren können.

7.3.12 Verbesserungen durch optometrische Ordnungen

Eine Prüfung, ob und in welchem Maße die in dieser Studie untersuchten Korrekturen geholfen haben, die Sehbeschwerden und Sehstörungen zu mildern oder zu beheben, kann innerhalb des beschränkten Zeitrahmens dieser Arbeit nicht durchgeführt werden. Allerdings kann an einigen spontanen Rückmeldungen der Eltern über die Auswirkungen der Ordnungen gezeigt werden, dass eine Korrektur aller Sehfehler schon nach kurzer Zeit zu einer Verbesserung des Leseverhaltens und einem Rückgang von Sehbeschwerden führen kann. Einzelfälle werden im folgendem beschrieben. Die bei diesen Kindern erfolgten Ordnungen sind in der Tabelle 14 zusammengefasst. Es ist ersichtlich, dass es sich bis auf einen Fall um prismatische Ordnungen handelt. Das aber liegt daran, dass alle Eltern deren Kinder eine prismatische Korrektur erhalten haben, gebeten werden, auf jeden Fall innerhalb der ersten sechs Wochen im Institut anzurufen und über die Trageergebnisse zu berichten.

Kind (Fallnummer)	sph	cyl	Achse	Prisma	Basis	Prisma	Basis
171	+0,5	-0,5	174	0,5	innen	0,75	oben
	+0,5	-0,5	176			0,75	unten
181	+1,5	-0,25	90				
	+1,25	-0,5	90				
184	0,0	-0,25	80			0,75	unten
	-1,25					0,75	oben
223	+0,25			0,25	innen	0,75	oben
	+0,25					1,0	unten
239	+1,5	-1,25	26	0,5	innen	0,75	unten
	-0,75	-1,5	164	0,5	innen	0,75	oben
250				1,0	innen	0,5	unten
				1,0	innen		
301	-0,5			0,5	außen	1,5	oben
	-0,75			0,5	außen	1,5	unten
327	+0,25			2,0	außen	0,75	oben
	+0,25			2,0	außen	0,75	unten
375	+0,75			0,5	außen	0,5	oben
	+0,75			0,5	außen	0,5	unten

Tabelle 14: Übersicht der optometrischen Verordnungen bei den Kindern, deren Eltern kurze Zeit nach dem Tragen der Verordnung eine Verbesserung des Leseverhaltens und ein Rückgang von Sehbeschwerden angaben

Kind (Fallnummer) 171

Bei diesem Kind wurden vor der Augenuntersuchung Anstrengungsbeschwerden, Kopfschmerzen, Lese Probleme und Vermeidung von Naharbeit angegeben. Nach der Korrektur klagte das Kind nicht mehr über Kopfschmerzen nach dem Lesen. Die Mutter konnte feststellen, dass bei ihrem Kind die Lesegeschwindigkeit zunahm.

Kind (Fallnummer) 181

Die im Fragebogen angegebenen Anstrengungsbeschwerden, Lese Probleme und Leseunlust verringerten sich nach dem Tragen der verordneten Brille deutlich.

Kind (Fallnummer) 184

Bei diesem Kind konnte die Mutter feststellen, dass alle Beschwerden (Anstrengungsbeschwerden und Lese Probleme) deutlich weniger geworden, beziehungsweise so gut wie weg sind. Das Kind konnte sich von der Belastung deutlich erholen.

Kind (Fallnummer) 223

Dieses Kind hatte vor der Augenuntersuchung Anstrengungsbeschwerden, Lese Probleme und keine Lust zum Lesen. Das zuvor auffällige Schräghalten des Kopfes wurde nach der Korrektur erst weniger und war dann ganz weg. Das Kind klagt nicht mehr so häufig über ermüdete Augen. Die Lese Probleme haben sich deutlich verringert und das Lesen hat sich verbessert. Auch in der Schule haben sich die Schwierigkeiten verringert. So hat sich das Abschreiben von der Tafel und das Abschreiben vom Buch ins Heft verbessert. Das Kind liest jetzt auch eine längere Zeit, hat eine größere Aufmerksamkeitsspanne und weicht beim Lesen kaum noch von der Zeile ab.

Kind (Fallnummer) 239

Bei diesem Kind wurden im Fragebogen Anstrengungsbeschwerden, Lese Probleme, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit angegeben. Dieses Kind klagt nicht mehr über Augenermüdung, Ermüdung bei Sehaufgaben in der Nähe und verschwommenes Sehen beim Lesen. Entsprechend konnte eine verbesserte Bereitschaft bei Naharbeiten festgestellt. Auch die Lese Probleme nahmen etwas ab.

Kind (Fallnummer) 250

Anstrengungsbeschwerden, Lese Probleme und Leseunlust waren bei diesem Kind im Fragebogen angegeben. Die verordnete Brille wurde ein halbes Jahr lang fleißig getragen, danach nur noch phasenweise. Bei den Lese Problemen wurde eine Verringerung festgestellt.

Kind (Fallnummer) 301

Dieses Kind klagt nur noch manchmal über ermüdete Augen und hält Bücher jetzt in einer normalen Leseentfernung. Es benutzt zum Lesen keinen Finger oder Lineal mehr und vertauscht die Buchstaben nicht mehr. Das Sehen in der Ferne hat sich verbessert und die Wörter hüpfen bzw. laufen nicht mehr so sehr zusammen.

Kind (Fallnummer) 327

Bei diesem Kind lagen alle die in dieser Studie untersuchten Anstrengungsbeschwerden und Sehstörungen vor. Kurze Zeit nach dem Tragebeginn der Korrektur sind die Kopfschmerzen vollkommen weg. Die Lese Probleme bestehen noch, haben sich aber etwas verringert.

Kind (Fallnummer) 375

Bei diesem Kind wurden im Fragebogen Anstrengungsbeschwerden, häufige Kopfschmerzen, Lese Probleme und Leseunlust angegeben. Alle diese Probleme haben sich kurze Zeit nach dem Tragen der Verordnung in einem solchen Ausmaß verringert, dass die Mutter meint, ein anderes Kind zu haben.

8 Diskussion und Zusammenfassung

Die Lese-Rechtschreibschwächen (LRS) sind multifaktoriell bedingt. Deshalb sind für die Beseitigung oder Linderung dieser Probleme alle beteiligten Gruppen (Kinder, Eltern, Lehrer und Erzieher, Kinder- und Allgemeinärzte, Psychologen, therapeutische Beratungsstellen, Augenärzte und Augenoptiker/Optomtristen) verpflichtet, zum Wohle der Kinder zusammen zu arbeiten.

Eine erfolgreiche Einflussnahme auf die LRS ist unter anderem von einer frühzeitigen Erkennung abhängig. Dabei sollten alle möglichen Ursachen in Betracht gezogen werden. Ein jedes Kind sollte am Anfang der Untersuchung einer eingehenden optometrischen Beurteilung zugeführt werden, denn die Planung der LRS-Behandlung ließe sich viel effektiver gestalten, wenn vorher abgeklärt wurde, ob Sehfunktionsstörungen wie beispielsweise gestörtes Binokularsehen vorhanden sind und diese entsprechend vorher korrigiert wurden (Hetz, 2000, S 32).

In der hier vorgestellten retrospektiven Studie ging die Empfehlung zur optometrischen Untersuchung zum Großteil von Beratungsstellen und therapeutischen Einrichtungen (59%) aus. Nur bei 30% der Kinder ging die Initiative von den Eltern aus und bei 17% von Lehrern beziehungsweise Erziehern. Dies zeigt, dass Eltern und Lehrer sehr viel stärker auf die Probleme der Kinder beim Erlernen der Schriftsprache achten müssen. Aber dazu müssten sie durch Aufklärungsaktionen sensibilisiert und in die Lage versetzt werden, Anzeichen solcher Probleme bereits frühzeitig zu erkennen. Werden im Schulalltag, oft schon kurz nach der Einschulung, Auffälligkeiten beim Lesen und Schreiben offensichtlich, die hinsichtlich der Intelligenz des Kindes und im Vergleich zu den Mitschülern untypisch sind, sollte auf jeden Fall auch die visuelle Wahrnehmung eingehend überprüft werden. Dies stellt sicher, dass nicht visuelle Wahrnehmungsstörungen (gegebenenfalls auch zusätzlich zu anderen Ursachen) den Leselernprozess belasten oder gar verhindern. Je frühzeitiger durch optometrische Untersuchungen aller Sehfunktionen Defizite erkannt und behoben oder Sehfunktionen trainiert werden, desto eher können diese Maßnahmen zum Erfolg führen. Auf diese Weise kann das Kind wieder Anschluss an die Lerngruppe finden.

Deshalb sollten alle oben genannten Gruppen über Auswirkungen von Sehfehlern und gestörtes Binokularsehen auf das Lesen und Schreiben aufgeklärt werden. Eine Korrektur vorhandener Sehfehler kann sicher nicht jede LRS beseitigen, aber sie ermöglicht eine erheblich wirksamere Hilfe bei der LRS Therapie (Wulff, S. 34), als vielerorts noch angenommen wird.

Vor einer optometrischen Untersuchung sollte eine gründliche Anamnese der bisherigen allgemeinen und visuellen Entwicklung durchgeführt werden. Die auffällig gewordenen Sehbeschwerden und Sehstörungen müssen gründlich hinterfragt werden. Hierzu hat sich die Anwendung eines Fragenkatalogs zum Beispiel in Form eines Fragebogens bewährt, wie er auch im Duisburger Institut für Augenoptik-Optometrie verwendet wird. Dieser kann vor der optometrischen Untersuchung von den Eltern oder vom Augenoptiker/Optomtristen gemeinsam mit den Eltern und dem Kind beantwortet werden. Je genauer die Entwicklung des Kindes und dessen Sehbeschwerden und Sehstörungen erfasst werden kann, desto genauere Hinweise erhält man bereits im Vorfeld auf mögliche Sehfehler und Korrekturen. Ziel dieser Diplomarbeit war, den Nutzen solcher Fragebögen zu untersuchen und zu belegen. Zwar konnte in dieser Studie kein ursächlicher Zusammenhang zwischen bestimmten Sehbeschwerden und entsprechenden visuellen Anomalien festgestellt werden, dennoch stehen die optometrischen Verordnungen zweifelsfrei in einem kausalen Zusammenhang zu den Beschwerden. So lassen sich aus den optometrischen Befunden und den Beschwerden eindeutige Rückschlüsse für allgemeine Verordnungsempfehlungen ziehen.

Fast alle Kinder (84%) innerhalb dieser Studie wurden bereits augenärztlich untersucht. Trotzdem wurde bei 72% von ihnen im Institut Augenoptik/Optometrie Cagnolati eine Brille verordnet. Die meisten dieser Kinder erreichen auch ohne Korrektur eine Sehschärfe von 1,0 und mehr, was jedoch noch nichts über eine optimale Nutzung beider Augen aussagt, denn sie klagen trotzdem über Sehstörungen, häufig in Verbindung mit Anstrengungsbeschwerden (asthenopischen Beschwerden). Die Auswertung der optometrischen Verordnungen zeigt, dass vorwiegend solche Refraktionsfehler und assoziierte Phorien = Winkelfehlsichtigkeiten (AP=WF) korrigiert wurden, die nach konventionellen Kriterien eindeutig als unbedeutend eingestuft worden wären. Solche geringen Sehfehler können normalerweise sensorisch oder motorisch gut kompensiert werden. Bei Kinder mit LRS jedoch bereiten diese Kompensationsmechanismen zusätzlich ernsthafte Probleme und können zu einer Beeinträchtigung des Akkommodations- und Vergenzsystems oder zu anderen Problemen des binokularen Sehens führen. Diese äußern sich oft unspezifisch als Anstrengungsbeschwerden (asthenopische Beschwerden) und können sich negativ auf die Qualität des Sehens auswirken und damit auch auf die Leselust und das Lesevermögen.

Einige spektakuläre Erfolge prismatischer Verordnungen nach der MKH - Methodik bei lese-rechtschreibschwachen Kindern könnten dazu verleiten, jedes dieser Kinder mit einer prismatischen Korrektur zu versorgen, sobald ein Augenstellungsfehler offensichtlich wird. Es ist jedoch nicht sinnvoll, diese prismatischen Korrekturen generell zu empfehlen. Denn sie sind

nur dann sinnvoll, wenn zu erwarten ist, dass dadurch bestehende Sehbeschwerden (Anstrengungsbeschwerden) verringert oder sogar behoben werden können. Im Institut für Augenoptik-Optometrie Cagnolati werden Augenstellungsfehler bei Kindern nur dann korrigiert, wenn entsprechende asthenopische Beschwerden in Verbindung mit Lese-Rechtschreibproblemen vorhanden sind und sowohl die Anamnese in Verbindung mit einer kompletten Analyse des binokularen Status als auch das soziale Umfeld eine solche Korrektur ratsam erscheinen lassen.

Bei der Auswertung der prismatischen Verordnungen innerhalb dieser Studie ist offensichtlich, dass viel häufiger Exo-AP=WF mit Vertikal-AP=WF (57%) korrigiert wurden als Eso-AP=WF mit Vertikal-AP=WF (23%). Dies deutet darauf hin, dass die Kompensation einer Exo-AP=WF mit Vertikal-AP=WF vielfach zu Anstrengungsbeschwerden führt und somit ein Risikofaktor für Kinder mit LRS darstellt. Eine Verminderung der Anstrengungsbeschwerden durch das regelmäßige Tragen von refraktiven und AP=WF Korrekturen konnte auch in anderen Untersuchungen (Lie, 1993, S. 7f.; Schäfer, 1998, S. 2) nachgewiesen werden. Da in dieser Studie keine Auswahl von Kindern stattgefunden hat, sondern alle Verordnungen innerhalb eines bestimmten Zeitraumes bei Kindern mit LRS ausgewertet wurden, kann empfohlen werden, dass bei lese-rechtschreibschwachen Kindern eine Exo-AP=WF mit Vertikal-AP=WF immer korrigiert werden sollte.

Ebenso verhält es sich mit reinen vertikalen Augenstellungsfehlern, welche auf Grund ihrer physiologisch bedingten geringen Fusionsbreite nur schwer kompensiert werden können und schon bei geringen Größenordnungen zu Sehbeschwerden führen. Zudem sind sie mit anderen optometrischen Korrekturen oder Visualtraining nicht zu beeinflussen.

Eso-AP=WF spielen dagegen bei den prismatischen Verordnungen innerhalb dieser Studie keine Rolle (0%), was deutlich macht, dass Kinder mit einer reinen Eso-AP=WF weniger auffällig bezüglich asthenopischer Beschwerden und LRS werden, als das bei einer Exo-AP=WF der Fall ist. In solchen Eso-AP=WF Fällen sollte der erste Korrektorschritt darin bestehen, vorhandene Hyperopien (auch wenn sie sehr gering sind) zu korrigieren, eine Nahbrille zur Unterstützung der Akkommodation zu empfehlen oder Visualtraining zur Unterstützung der Konvergenz. Diese Korrekturen können das visuelle System entlasten und oftmals zu einem beschwerdefreieren Sehen verhelfen. Dies spiegelt sich auch im Ordnungsverhalten innerhalb dieser Studie wieder. So wurde bei 34% der Kinder eine Fernbrille ohne prismatische Korrektur verordnet, im Gegensatz zu 24% Fernbrillen mit prismatischer Korrektur. 15% der Kinder erhielten eine Nahbrille. Zusätzlich oder eigenständig wurde 22 Kindern ein Konvergenztraining empfohlen.

Schaut man sich die Fernbrillen hinsichtlich ihrer sphärischen Werte genauer an, ist ersichtlich, dass der überwiegende Teil (70%) Hyperopie - Korrekturen mit sphärischen Werten $\leq +1,0\text{dpt}$ waren. Dies mag erst einmal ungewöhnlich erscheinen, besonders wenn man konventionelle Verordnungskriterien zugrunde legt, denn normalerweise sind Kinder bequem in der Lage, solche geringen Hyperopie - Werte ohne Anstrengung durch Akkommodation auszugleichen. Dieser Ausgleich kann aber bei manchen Kindern offenbar zu ernsthaften Sehbeschwerden führen. In solchen Fällen sollte versucht werden, durch eine Art Entlastungsbrille (Schäfer, Würzburg; mündliche Mitteilung von Cagnolati) den gesamten zusätzlichen Energieaufwand wegzunehmen und somit dann doch das Lesen zu erleichtern.

Bei der Abwägung, ob eine reine Eso-AP=WF prismatisch zu korrigieren ist oder nicht, sollte auch die Bereitschaft, eine solche Brille immer zu tragen, berücksichtigt werden. Besonders, wenn es sich um einen Nichtbrillenträger handelt oder die Eltern lieber keine Brille für ihr Kind hätten.

Probleme im Akkommodations- und Vergenzsystem, welche sich stark auf das Leseverhalten und die Leselust auswirken, sind häufig auf eine AP=WF zurückzuführen. Sie können aber bei einer gestörten Akkommodation oft schon mit einer Nahkorrektur oder bei einer Störung des Akkommodations- und Konvergenzverhältnisses mit einem Akkommodations- und/oder Konvergenztraining behoben werden.

Des Weiteren bietet sich die Möglichkeit der Prüfung auf verbesserte Wahrnehmung durch eine Korrektur mit Farbfolien an. Dies wurde zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Studie im Institut Augenoptik-Optometrie Cagnolati nur vereinzelt durchgeführt, wird jetzt aber verstärkt zusätzlich angewendet.

Stellt sich in einer späteren Kontrolluntersuchung heraus, dass mit diesen Korrekturmaßnahmen (Hyperopie - Korrektur, Nahbrille, Konvergenztraining, Farbfolien) keine Verbesserungen erzielt wurden, sollte im zweiten Schritt eine prismatische Korrektur erfolgen.

In wie weit visuelle Korrekturmaßnahmen im Einzelnen Auswirkungen auf die Lese- und Schreibleistung haben, konnte im zeitlichen Rahmen dieser Arbeit leider nicht untersucht werden. Eine solche Untersuchung könnte sicherlich noch weitere Rückschlüsse und Konsequenzen für optometrische Untersuchungen und Korrekturen bei lese-rechtschreibschwachen Kindern ergeben und sollte für weitere Diplomarbeiten angeregt werden. Rückmeldungen von Eltern lassen erkennen, dass häufig schon nach wenigen Wochen

Verbesserungen bestehender Sehbeschwerden und Sehstörungen zu verzeichnen waren. Solche Ergebnisse sind auch in der Literatur zahlreich vertreten.

Da es für eine LRS eine Vielzahl von möglichen Ursachen gibt, hängt der Erfolg einer optometrischen Korrektur auch entscheidend davon ab, wie stark die visuellen Beeinträchtigungen am Gesamtbild der LRS beteiligt sind. Die Behebung visueller Anstrengungsbeschwerden ermöglicht auf jeden Fall eine bessere Konzentration, Aufnahme und Verarbeitung von Geschriebenem.

Insgesamt zeigt sich sowohl aus der biomedizinischen Theorie als auch aus den Ergebnissen der optometrischen Praxis, dass es eine breite Palette von Möglichkeiten für die Augentiker/Optomtristen gibt, um Kindern mit Problemen beim Lesen und Schreiben zu helfen. Dabei kommt der Linderung oder Behebung von Anstrengungsbeschwerden eine große Bedeutung bei. Ein wichtiges Ergebnis dieser Diplomarbeit ist, dass für diese Linderung der Anstrengungsbeschwerden auch außerordentlich kleine Korrekturen mit Plusgläsern und/oder Prismen in Frage kommen, die bei Erwachsenen kaum verordnet werden, bei Kindern aber große Erfolge zeigen.

9 Literaturverzeichnis

- Amorosa, H.:** *Beziehungen zwischen Störungen der Laut- und Schriftsprache*, Vortrag auf dem 4. Münchner kinder- und jugendpsychiatrischen Symposium über psychische Entwicklungsstörungen 1998, <http://www.kjp.med.uni-muenchen.de/veranst/fsym98/lrs-laut-schrift.htm>, 16.11.2000
- Barnard, Simon:** Anomalies of convergence Investigation and Treatment, <http://www.homeusers.prestel.co.uk/academy/barnard8.htm>, 18.10.2000
- Barnard, Simon; Edgar, David:** Examination Techniques and Routines. In: Barnard, Simon; Edgar, David (Hrsg.): *Pediatric Eye Care*, Blackwell Science Ltd. 1996, S. 105-136
- Bayrisches Staatsministerium:** <http://www.legasthenie.de>
- Beauchamp, Ross:** Normal Development of the Neural Pathways. In: Rosenbloom, Alfred A.; Morgan, Meredith W. (Hrsg.): *Principles and Practice of Pediatric Optometry*, Philadelphia (J. B. Lippincott Company) 1990, S. 46-65
- Bass, Sherry J.:** American Academy of Optometry 1999 in Saeattle
Zitiert bei: Cagnolati, Wolfgang, *American Academy of Optometry in Seattle*, Kontaktlinse 34(3), S. 22-29 (2000)
- Berke, Andreas; Münschke, Peter:** *Screening - Prüfmethode der Optometrie*, Verlag der DOZ, Heidelberg 1996
- Berke, Andreas:** *Die Entwicklung des Sehens beim Kind*, Optometrie 42(4), S. 4-12 (1997)
- Berke, Andreas:** *Biologie des Auges*, WVAO-Bibliothek, Band 10, Mainz 1999
- Berke, Andreas:** *Genetische und medikamentöse Einflussmöglichkeiten auf die Myopie*, Kontaktlinse 34(11), S.27-33 (2000)
- Boergen, K.-P.; Kellerer, G.; Sireteanu, R.:** Entwicklung der Sehfunktionen beim Säugling, Funktionsprüfungen. In: Lund, Otto-Erich; Waubke, Theo N. (Hrsg.): *Die Augenerkrankungen im Kindesalter*, Bücherei des Augenarztes Bd. 106, Stuttgart (Enke Verlag) 1985, S. 71-82
- Borghi, R. A.; Rouse, M. W.:** Comparison of refraction obtained by „near retinoscopy“ and retinoscopy under cycloplegia, *Am J Optom Physiol Opt* 62:169, 1985.
Zitiert bei: Rous, M. W.; Ryan, J. M.: The optometric Examination and Managment of Children. In: Rosenbloom, Alfred A.; Morgan, Meredith W. (Hrsg.): *Principles and*

Practice of Pediatric Optometry, Philadelphia (J. B. Lippincott Company) 1990, S. 155-191)

Borsting, Eric.: American Academy of Optometry 1999 in Saeattle
Zitiert bei: Cagnolati, Wolfgang, *American Academy of Optometry in Seattle*, die
Kontaktlinse 34(3), S. 22-29 (2000)

Borsting, Eric: Overview of Visual and Visual Processing Development. In: Scheiman, Mitchel
M.; Rouse, Michael W. (Hrsg.): *Optometric Managment of Learning-Related Vision
Problems*, St. Louis (Mosby-Year Book) 1994, S. 35-68

Bundesverband Legasthenie e.V.: *Legasthenie: Definition mit Erläuterungen und
Empfehlungen*, ohne Jahresangabe

Cagnolati, Wolfgang: *Aniseikoniekorrektion in Verbindung mit Kontaktlinsen*, Der
Augenoptiker 39(11), S. 12-14 (1984)

Cagnolati, Wolfgang: *Die Anpassung von Kontaktlinsen bei Kindern*, NOJ 29(2), S. 76-82
(1987a)

Cagnolati, Wolfgang: *Die Wichtigkeit eines guten Binokular-Sehens in Anbetracht veränderter
Sehaufgaben bzw. Sehgewohnheiten*, 39. Sonderdruck der WVAO, S. 157-164 (1987b)

Cagnolati, Wolfgang: *Refraktions- und Sehschärfebestimmung bei Kindern*, NOJ 30(1), S. 12-
18 (1988)

Cagnolati, Wolfgang: *Sehschärfe- und Refraktionsbestimmung hyperoper Kinder*, DOZ 49(8),
S. 28-37 (1994)

Cagnolati, Wolfgang: mündliche Mitteilungen (2000)

Cagnolati, Wolfgang; Münschke, Peter: *Comparative visual acuity measurements in infants of
12 to 36 months using the Cardiff Acuity Test and the Teller Acuity Cards – the influence
of chart design on measuring results*, Scientific programme, optometry and vision science,
Volume 77, number 12s December 2000, S. 112

Collier, Stefan: Visualtraining, WVAO-Seminar 1999, Zitiert bei Schroth, Volkhardt, WVAO-
Seminar „Visualtraining“, Optometrie 44(3), S. 40-42 (1999)

Cornelissen, P. L.: *Beweise für ein magnozellulareres Defizit bei Legasthenie*, 13. Fachkongress
des Bundesverbandes der Legasthenie 1999, Zitiert bei Schroth, V. :
<http://www.legasthenie-info.de/kongress.html>, 08.10.2000

- Decker, W. de:** *Entwicklung der Sehfunktionen beim Kind in Abhängigkeit von der Korrektur der Fehlsichtigkeit*, Contactologia 17D, S. 15-21 (1995)
- Decker, W. de:** Heterotropie (manifeste Strabismus). In: Kaufmann, Herbert (Hrsg.): *Strabismus*, Stuttgart, Enke Verlag, 1995, S. 209-274
- Demb, J.:** *Die psychophysischen und physiologischen Beweise eines Defizits des magnozellulären Übertragungsweges bei Legasthenie*, 13. Fachkongress des Bundesverbandes der Legasthenie 1999, Zitiert bei Schroth, V. : <http://www.legasthenie-info.de/kongress.html>, 08.10.2000
- Dominiczak, Jan:** *Langzeitbeobachtungen bei WF-Korrekturen*, NOJ 42(5), S. 8-11 (2000)
- Duschner, R. D.:** *Kinderoptometrie*, NOJ 17(2), S. 86 (1975)
- Edgar, David F.:** Clinical measurement of vision and visual acuity. In: Barnard, Simon; Edgar, David (Hrsg.): *Pediatric Eye Care*, Blackwell Science Ltd. 1996, S. 137-150
- Fischer, B.; Biscaldi, M.:** *Legasthenie und Augen-Bewegungen*, <http://www.brain.uni-freiburg.de/fischer/dyslexia/index-d.html>
- Friedburg, D.:** Pathologisches Binokularsehen. In: Kaufmann, Herbert (Hrsg.): *Strabismus*, Stuttgart, Enke Verlag, 1995, S. 398-409
- Garzia, Ralph P.; Franzel, Aaron S.:** Refractive Status, Binocular Vision, and Reading Achievement. In: Garcia, Ralph P. (Hrsg.) *Vision and Reading*, St. Louis (Mosby-Year Book) 1996
- Goersch, Helmut:** *Handbuch für Augenoptik*, Zeiss/Oberkochen, 1993
- Goersch, Helmut:** *Winkelfehlsichtigkeit - das Meßergebnis der MKH*, NOJ 37(12), S. 10-13 (1995)
- Goersch, Helmut:** *Wörterbuch der Optometrie*, Stuttgart, Enke Verlag, 1996
- Gottlob, Irene:** Entwicklung visueller Funktionen und verzögerte visuelle Reifung. In: Kaiser, H. J.; Flammer, J. (Hrsg.): *Kinderophthalmologie - Auge und Allgemeinerkrankungen*, Bern (Verlag Hans Huber) 1999, S. 29-34
- Grounds, Annette:** Child Visual Development. In: Barnard, Simon; Edgar, David (Hrsg.): *Pediatric Eye Care*, Blackwell Science Ltd. 1996, S. 43-74
- Haase, H.-J.:** *Zur Fixationsdisparation*, Verlag der DOZ, Heidelberg 1995

- Haase, W.; Hoffmann, A.:** *Zur Skiaskopie bei Ein- und Zweijährigen*, Z. prakt. Augenheilk. 8, S. 231-233 (1987)
- Haase, W.; Rassow, B.:** Sehschärfe. In: Kaufmann, Herbert (Hrsg.): *Strabismus*, Stuttgart, Enke Verlag, 1995, S. 86-112
- Haberich, F. J.:** *Was ist Legasthenie, und warum interessiert sie den Augenoptiker?*, 26. Sonderdruck der WVAO, S. 123-135 (1976)
- Hartmann, E.:** Asthenopien, Sonderdruck der WVAO, S. 185-189 (1984)
- Haegerström-Portony, Gunilla:** Color Vision. In: Rosenbloom, Alfred A.; Morgan, Meredith W. (Hrsg.): *Principles and Practice of Pediatric Optometry*, Philadelphia (J. B. Lippincott Company) 1990, S. 449-466
- Hetz, Christine:** *Die Prismenbrille – Verlaufsbeobachtung von Kindern in der Ergotherapie mit Winkelfehlsichtigkeit (gestörtes beidäugiges Sehen)*, Optometrie 45(4), S. 26-34 (2000)
- Hoffmann, K.:** *Augenfehler bei Legasthenikern*, Klin. Mbl. Augenheilk. 162, S. 101-103 (1973)
- Hofstetter, H. W.:** *Useful age-Amplitude formula*, Opt World 38:42 (1950)
- Zitiert bei: Schor, Clifton: Visuomotor Development. In: Rosenbloom, Alfred A.; Morgan, Meredith W. (Hrsg.): *Principles and Practice of Pediatric Optometry*, Philadelphia (J. B. Lippincott Company) 1990, S. 66-90
- Höpfner, S. K.:** *Farbfolien-Screening mit Kindern zur Verbesserung der Wahrnehmung beim Lesen*, Diplomarbeit TFH Berlin 2000
- Hyvärinen, Lea:** *Sehen im Kindesalter, Normale und abweichende Entwicklung*, Würzburg (Ed. Bentheim), 1993
- Klasen, E.:** *Legasthenie – umschriebene Lese-Rechtschreib-Störung, Information und Ratschläge*, München (R. Piper GmbH & Co. KG) 1995
- Köhler, Joachim.:** *Binokulare Vollkorrektion*, Pforzheim (Verlag Bode GmbH & Co. KG) 1994
- Kommerell, G.:** Neurophysiologie der Augenbewegungen. In: Kaufmann, Herbert (Hrsg.): *Strabismus*, Stuttgart (Enke Verlag) 1995, S. 62-85
- Küchle, H. J.; Busse, Holger :** *Augenerkrankungen im Kindesalter*, Stuttgart-New York (Georg Thieme Verlag) 1985
- Lahme, Stefan; Selmeier, Petra:** *Tests und Meßmethoden der Kinderoptometrie*, Unveröffentlicht, Neuburg, 1997

- Lie, Ivar:** *Visuelle Anomalien, sehbedingte Probleme und Leseschwierigkeiten*, Optometrie 31(4), S. 3-9 (1989)
- Lightstone, A.; Lightstone, T.; Wilkins, A.:** *Both coloured overlays and coloured lenses can improve reading fluency, but their optimal chromaticities differ*, Ophthalmic and Physiological Optics 19 (4), S. 279-285 (1999)
- Linder, M.:** *Über Legasthenie (spezielle Leseschwäche). Fünfzig Fälle, ihr Erscheinungsbild und Möglichkeiten der Behandlung*, Z. Kinderpsychiatrie 18, S. 97-143 (1951)
- Zitiert in: Haberich, F. J.: *Was ist Legasthenie, und warum interessiert sie den Augenoptiker?*“, 26. Sonderdruck der WVAO 1976, S. 123-135
- Lovegrove, W.:** *Could a Transient Visual System Deficit Play a Causal Role in Reading Disability?* In: Garcia, Ralph P. (Hrsg.) *Vision and Reading*, St. Louis (Mosby-Year Book) 1996
- Marsh-Tootle, W.:** American Academy of Optometry 1999 in Saeattle
- Zitiert bei: Cagnolati, Wolfgang, *American Academy of Optometry in Seattle*, die Kontaktlinse 34(3), S. 22-29 (2000)
- Mayer, Ursula M.:** *Pädiatrische Pphthalmologie*, Stuttgart (Enke Verlag) 1993
- McAlister, W. Howard; Garzia, Ralph P.; Nicholson, Steven B.:** Public Health Issues and Reding Disability. In: Garcia, Ralph P. (Hrsg.) *Vision and Reading*, St. Louis (Mosby-Year Book) 1996
- Meissner, Annette:** *Augenglasbestimmung unter besonderer Berücksichtigung binokularer Aspekte bei Erwachsenen mit starker Lese- Rechtschreibschwäche*, Diplomarbeit TFH-Berlin 1999
- Menacker, S. J.; Breton, M. E.; Breton, M. L.; Radcliffe, J.; Gole, G. A.:** *Do tinted lenses improve the reading performance of dyslexic children?* Archives of Ophthalmology 111, S. 213-218 (1993)
- Methling, Dieter:** *Bestimmen von Sehhilfen*, Stuttgart (Enke Verlag) 1996
- Mohindra, I.:** *A non-cycloplegic refraction technique for infants and young children*, Journal AOA Vol.48, No. 4, April 1977: Zitiert bei: Cagnolati, Wolfgang: *Sehschärfe- und Refraktionsbestimmung hyperoper Kinder*, DOZ 49(8), S. 28-37 (1994)
- Motsch, S.; Mühlendyck, H.:** *Untersuchung zur Differenzierung zwischen Legasthenie und okulären Lesestörungen*, Vortrag auf der 98. Jahrestagung der DOG (2000)

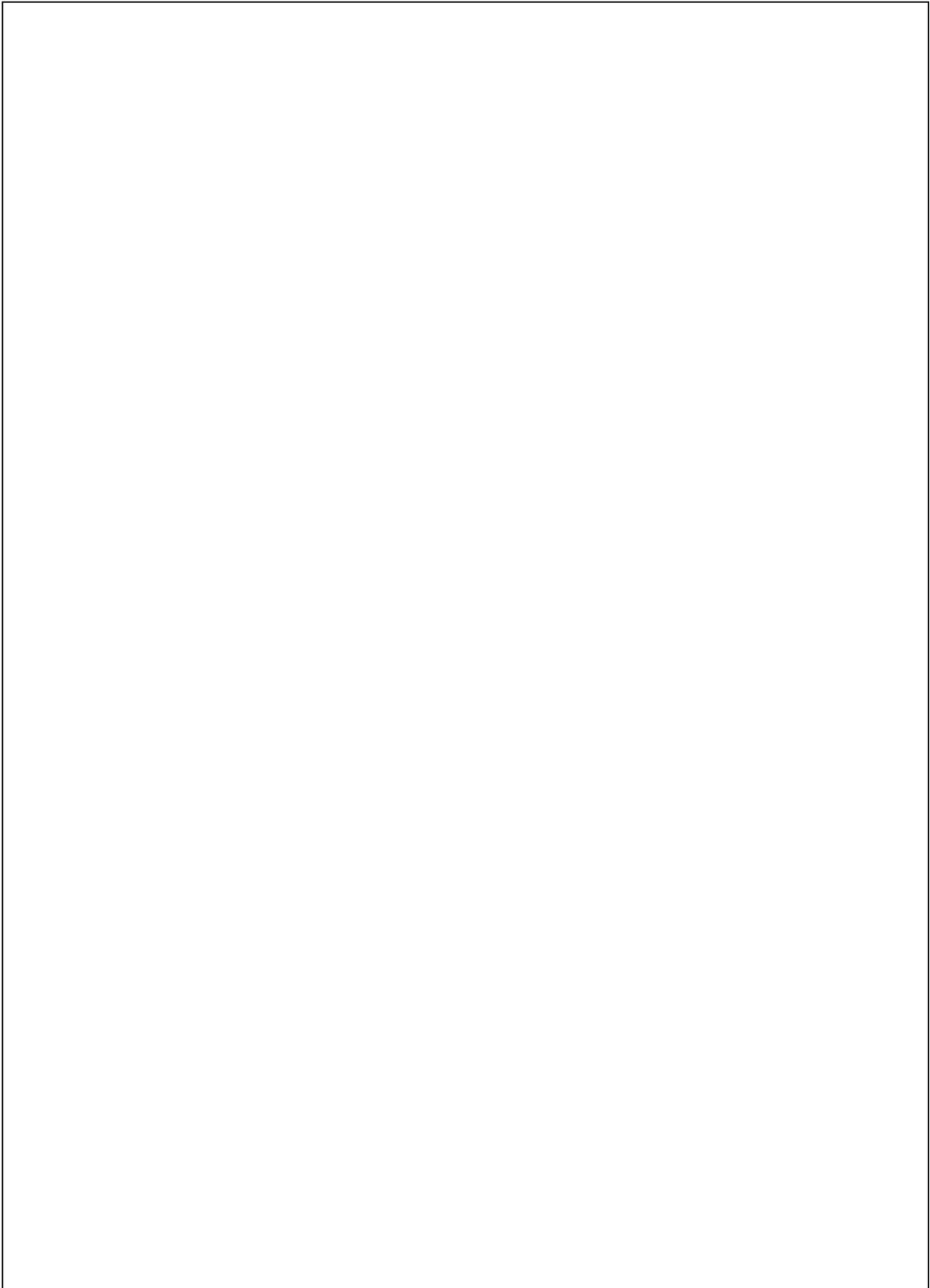
- Nielsen, J. F.:** *Das magische Plusglas – oder jetzt kann Peter lesen lernen*, NOJ 22(9), S. 9-12 (1980)
- Nielsen, J. F.:** *Legasthenie und Optometrie*, Unveröffentlicht, ohne Jahresangabe
- Orten, S. T.:** *Leading, writing and speech problems in children*, New York, 1937: Zitiert in: **Schenk-Danzinger, Lotte**, *Legasthenie: Zerebral-funktionelle Interpretation, Diagnose und Therapie*, München 2. Aufl. 1991, S. 86-90
- Pickwell, David:** *Binocular vision anomalies*, Butterworth & Co Ltd. 1989
- Pestalozzi, D.:** *Prismenbrillen – eine Hilfe für Legastheniker?*, NOJ 28(4), S: 8-18 (1986)
- Rassow, Bernhard:** *Die Messung der visuell evozierten Potentiale – Stand und Entwicklungstendenzen*, 34. Sonderdruck der WVAO 1982, S. 59-66
- Reiner, J.:** *Bestimmung und Korrektion der Hyperopie*, 23. Sonderdruck der WVAO 1971, S. 75-78
- Ringleb:** Unterrichtsmitschriften (1999)
- Römhild, H.:** *Messungen des stereoskopischen Sehens bei 6jährigen Kindern*, Klinische Monatsblätter der Augenheilkunde, 186, S.343-346 (1985)
- Rosner, Jerome:** *Pediatric Optometry*, Verlag Butterworth, 1982
- Rouse, M. W.; Ryan, J. M.:** *The optometric Examination and Managment of Children*. In: Rosenbloom, Alfred A.; Morgan, Meredith W. (Hrsg.): *Principles and Practice of Pediatric Optometry*, Philadelphia (J. B. Lippincott Company) 1990, S. 155-191
- Rüßmann, W.:** *Untersuchung des Binokularsehens*. In: Kaufmann, Herbert (Hrsg.): *Strabismus*, Stuttgart, Enke Verlag, 1995a, S. 412-499
- Rüßmann, W.:** *Heterophorie und Asthenopie*. In: Kaufmann, Herbert (Hrsg.): *Strabismus*, Stuttgart, Enke Verlag, 1995b, S. 178-201
- Schaeffel, Frank:** *Laboratory of Experimental Myopie*, <http://www.uak.medizin.uni-tuebingen.de/frank/frintro2.html>, 05.11.2000
- Schaeffel, Frank u.a.:** *Laboratory, Clinical, and Kindergarten Test of a New Eccentric Infrared Photorefractor (Power Refractor)*, Optometry and Vision Science 77(10), S. 537-548 (2000)

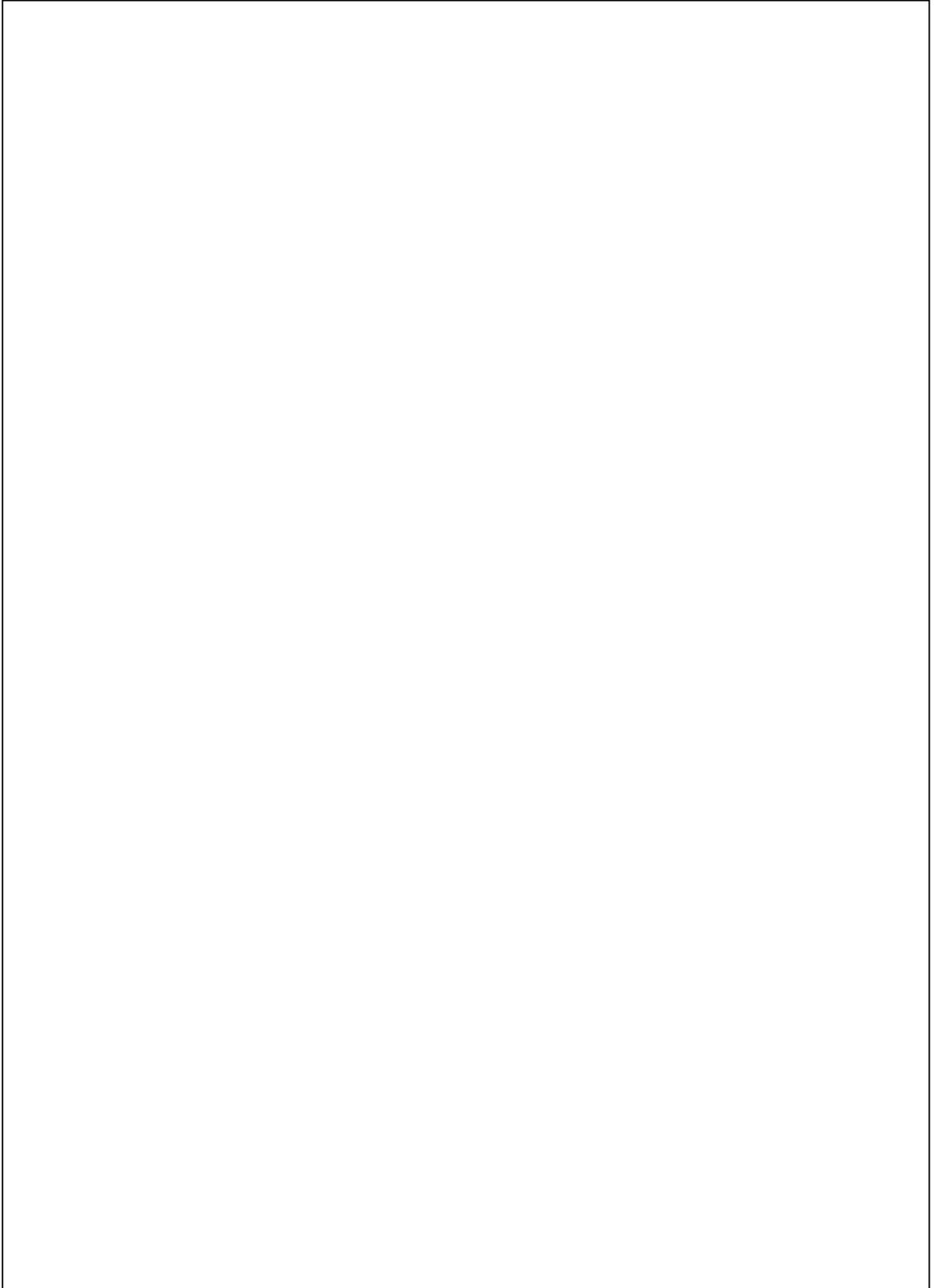
- Schäfer, Wolf D.:** *Legasthenie – keine Frage des IQ. Augenärztliche Behandlung von Legasthenikern und Kindern mit Lernstörungen* (1998), <http://www.augeninfo.de/patinfo/legast.htm>, 11.01.2001
- Shaywitz, B.:** *Funktionelle Störungen in der Organisation des Gehirns bei Legasthenikern während des Lesens*, 13. Fachkongress des Bundesverbandes der Legasthenie 1999: Zitiert bei Schroth, V. : <http://www.legasthenie-info.de/kongress.html>, 08.10.2000
- Schenk-Danzinger, Lotte,** *Legasthenie: Zerebral-funktionelle Interpretation, Diagnose und Therapie*, München 2. Aufl. 1991
- Schilling,** *Die Bedeutung der visuellen Wahrnehmung für die Persönlichkeitsentwicklung des Kindes*, 32. Sonderdruck der WVAO, 1980, S. 247-250
- Schor, Clifton:** Visuomotor Development. In: Rosenbloom, Alfred A.; Morgan, Meredith W. (Hrsg.): *Principles and Practice of Pediatric Optometry*, Philadelphia (J. B. Lippincott Company) 1990, S. 66-90
- Schroth, Volkhard:** Visuelle Besonderheiten bei LRS, NOJ 40(7-8), S. 10-13 (1998)
- Schroth, Volkhard:** *Welche Zusammenhänge gibt es zwischen Legasthenie und dem Sehen*, <http://www.legasthenie-info.de/sehen.html>, 08.10.2000a
- Schroth, Volkhard:** *Der 13. Fachkongress des Bundesverbandes Legasthenie in Würzburg 1999*, <http://www.legasthenie-info.de/kongress.html>, 08.10.2000b
- Schroth, Volkhard:** *Erfolgskontrolle in der Optometrie mit dem WS Lesetest*, NOJ 42 (10), S. 12-18 (2000c)
- Simons, Teresa:** Embryology of the eye and adnexa. In: Barnard, Simon; Edgar, David (Hrsg.): *Pediatric Eye Care*, Blackwell Science Ltd. 1996, S. 14-42
- Sivak, Jacob G.; Bobier, William R.:** Optical Components of the Eye: Embryology and Postnatal Development. In: Rosenbloom, Alfred A.; Morgan, Meredith W. (Hrsg.): *Principles and Practice of Pediatric Optometry*, Philadelphia (J. B. Lippincott Company) 1990, S. 31-45
- Smith III, Early L.:** American Academy of Optometry 1999 in Saeattle Zitiert bei: Cagnolati, Wolfgang, *American Academy of Optometry in Seattle*, die Kontaktlinse 34(3), S. 22-29 (2000)
- Stollenwerk, G.:** *Korrektion von Winkelfehlsichtigkeit*, Seminarskript, Limburg (Selbstverlag) (1998)

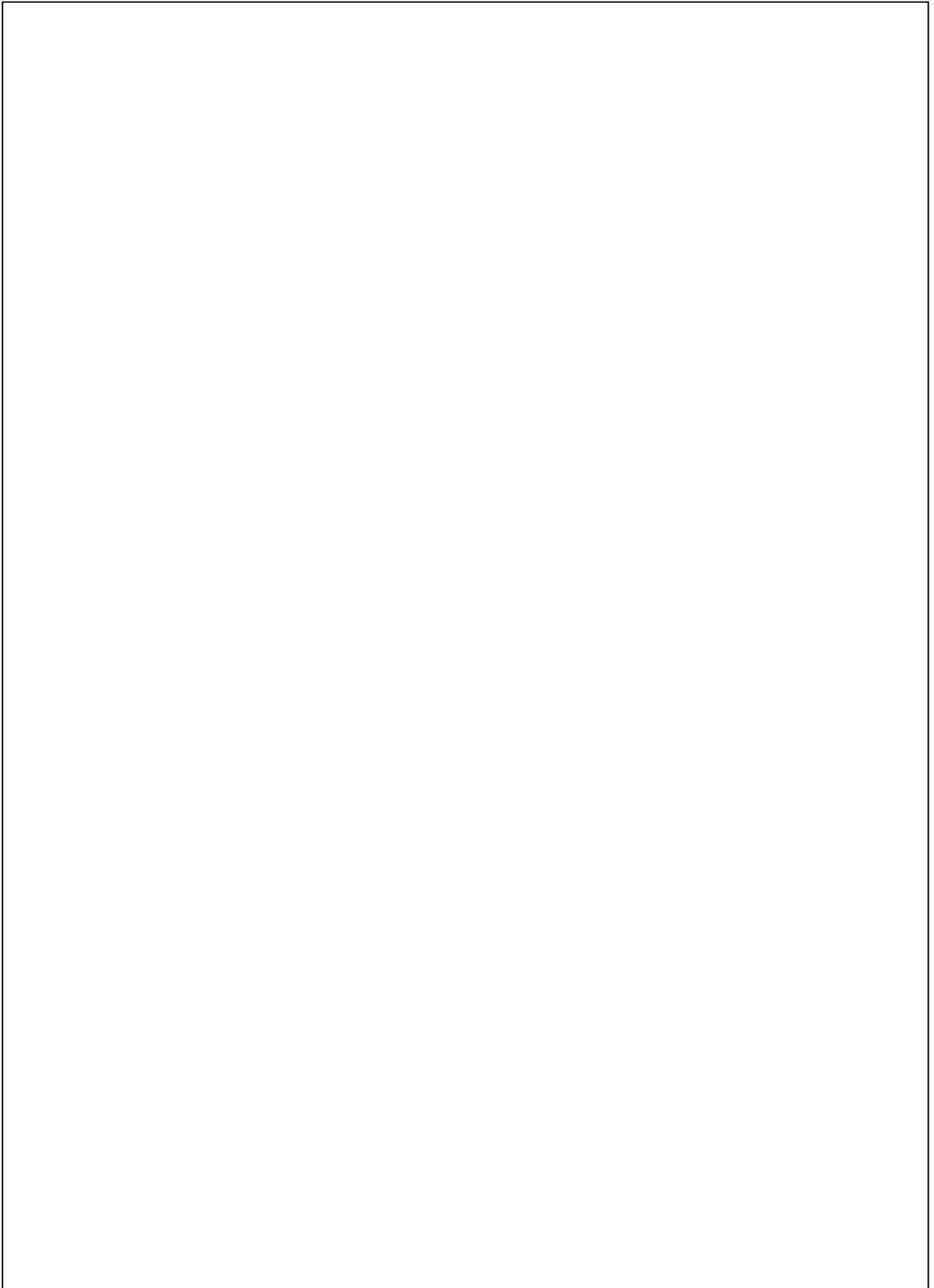
- Suchodoletz, W. v. :** *LRS-Forschung gestern, heute und morgen – Die Entwicklung eines Konzepts*, Vortrag auf dem 4. Münchner kinder- und jugendpsychiatrischen Symposium über psychische Entwicklungsstörungen 1998, <http://www.kjp.med.uni-muenchen.de/veranst/fsym98/lrs-for-konz.htm>, 16.11.2000
- Trauzettel-Klosinski, S.:** *Legasthenie: ein visuelles Problem?*, Med-Report 24(26), S. 7 (2000)
- Uebach, Annette; Uebach, Paascal:** *Seh-Entwicklung des Menschen*, Optometrie 40(2), S. 58-63 (1995)
- Valtin, R.:** *Legasthenie – Therapien und Untersuchungen*, Weinheim (Beltz), 1970: Zitiert in: Schenk-Danzinger, Lotte, *Legasthenie: Zerebral-funktionelle Interpretation, Diagnose und Therapie*, München 2. Aufl. 1991
- Vogel, Wolfgang H.; Berke, Andreas:** *Okkuläre Pharmakologie*, Stuttgart (Enke Verlag) 1998
- VISUS GmbH:** *Broken Wheel Test*, NOJ 42(3), S.39 (2000)
- Warnke, Andreas:** *Legasthenie und Hirnfunktion: Neurophysiologische Befunde zur visuellen Informationsverarbeitung*, Bern (Verlag Hans Huber) 2. Aufl. 1992
- Wilkins, A. J.; Evans, B. J. W.; Brown, J. A.; Busby, A. E., Wingfield, A. E.; Jeanes, R. J.; Bald, J.:** *Doublemasked placebo-controlled trial of precision spectral filters in children who use coloured overlays*, Ophthalmic and Physiological Optics 14 (4), S. 365-370 (1994)
- Wood, L. C. J.; Pennie, F. C.:** *Longitudinal study of the biometric changes in the infant eye.* Scientific programme, optometry and vision science, Volume 77, number 12s December 2000, S. 112, S. 113 (2000)
- Wright, Sarah F.:** *Legasthenie und deren Beziehung zum Raumsehen*, NOJ 37(9), S. 14-21 (1995)
- Wulff, Uwe:** *Gestörtes beidäugiges Sehen und Schulversagen*, NOJ 40(1), S. 30-35 (1998)
- Zypen, Eugen van der:** Embryonale Entwicklung des Auges unter besonderer Berücksichtigung der Differenzierung der Retina. In: Kaiser, H. J.; Flammer, J. (Hrsg.): *Kinderophthalmologie - Auge und Allgemeinerkrankungen*, Bern (Verlag Hans Huber) 1999, S. 29-34

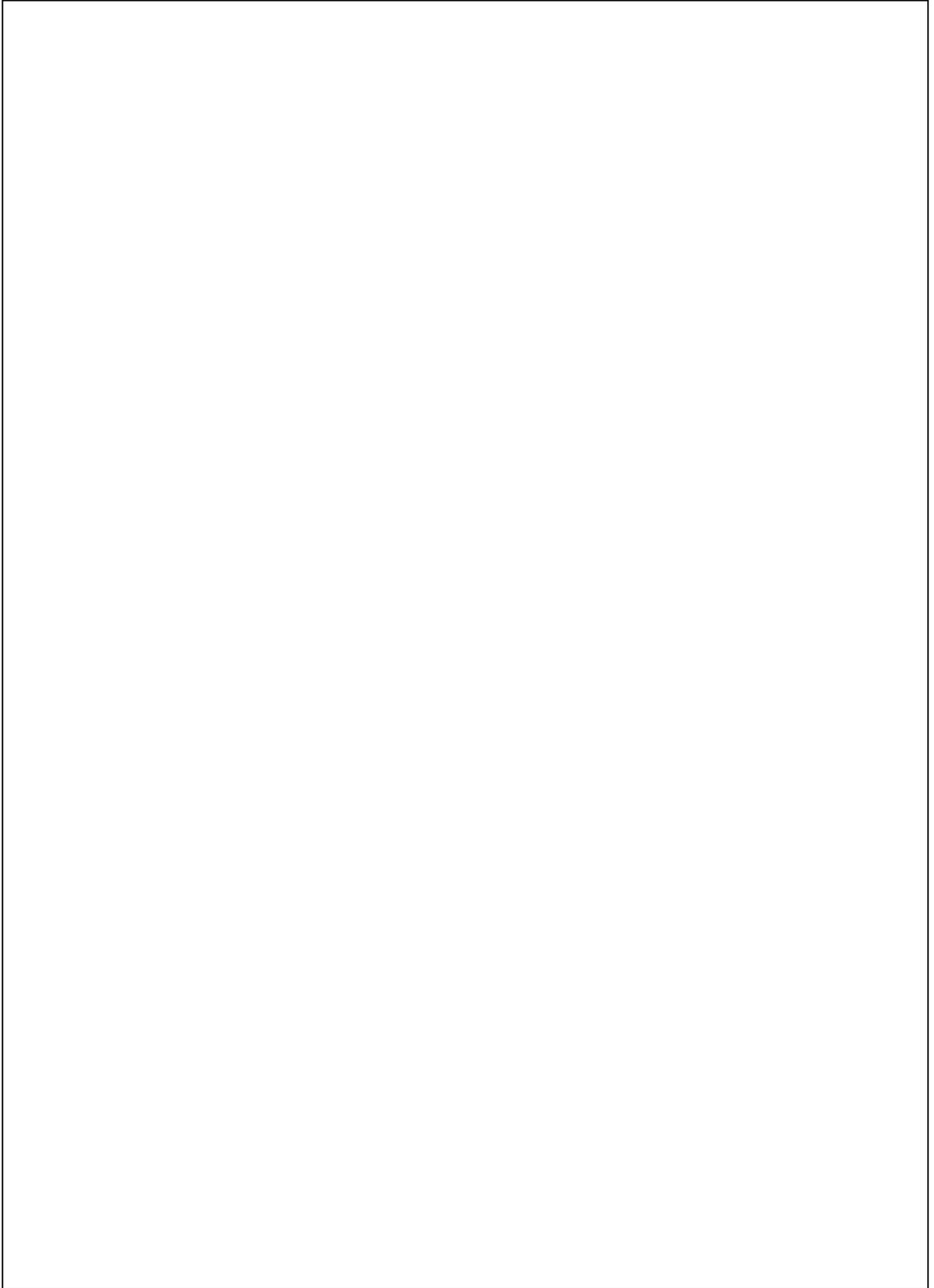
10 Anhang

10.1 Fragebogen

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the section header. It is intended for a questionnaire or survey form.







10.2 Tabellen

	Anzahl	%
6 Jahre	4	1,6
7 Jahre	21	8,5
8 Jahre	30	12,1
9 Jahre	58	23,5
10 Jahre	63	25,7
11 Jahre	28	11,3
12 Jahre	21	8,5
13 Jahre	7	2,8
14 Jahre	4	1,6
15 Jahre	5	2,0
16 Jahre	2	0,8
17 Jahre	4	1,6
n =	247	100,0

Tabelle 15: Altersstruktur der in dieser Studie LRS auffälligen Kinder

	Anzahl	%
männlich	183	74,1
weiblich	64	25,9
n =	247	100,0

Tabelle 16: Häufigkeitsverteilung der Mädchen und Jungen mit LRS Problemen

	Anzahl	%
Arbeiter	120	48,6
Angestellte	59	23,8
Beamte	18	7,3
Freie Berufe	35	14,2
Keine Angabe	15	6,1
n =	247	100,0

Tabelle 17: Sozialisation der Kinder mit LRS

n = 247	Anzahl	%
Eltern	74	30,0
Schule	41	16,6
Beratungsstellen + therapeutische Einrichtungen	146	59,1
Ärzte/Augenoptiker	39	15,8
Keine Angabe	9	3,6

Tabelle 18: Übersicht, von wem die Initiative zur Augenuntersuchung ausging, Mehrfachnennungen sind möglich

	Anzahl	%
Ja	32	13,0
Nein	208	84,2
keine Angabe	7	2,8
n =	247	100,0

Tabelle 19: Übersicht, ob es sich bei dieser Augenuntersuchung um eine Erstuntersuchung handelt oder ob schon Augenuntersuchungen vorangegangen sind

n = 208	Anzahl	%
keine Korrektur	146	70,2
Brille	53	25,5
Sehtherapie	10	4,8
Augenklappe	12	5,8
Operation	4	1,9

Tabelle 20: Art der Sehbehandlungen nach vorangegangenen Augenuntersuchungen, Mehrfachnennungen sind möglich

n = 247	Anzahl	%
Anstrengungsbeschwerden	138	55,9
Kopfschmerzen	75	30,4
Lese Probleme	238	96,4
Leseunlust	200	81,0
Vermeidung von Naharbeit	97	39,3

Tabelle 21: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Sehbeschwerden, Mehrfachnennungen sind möglich

<i>Häufige Kombinationen</i>	Anzahl	%
Alle Beschwerden	49	19,9
Anstrengungsbeschwerden + Leseprobleme + Leseunlust	62	25,1
Leseprobleme + Leseunlust + Vermeidung von Naharbeit	29	11,7
Leseprobleme + Leseunlust	55	22,3
Leseprobleme	17	6,9
	212	85,9
<i>Seltene Kombinationen</i>		
Anstrengungsbeschwerden + Leseprobleme + Vermeidung von Naharbeit	7	2,8
Anstrengungsbeschwerden + Leseunlust + Vermeidung von Naharbeit	2	0,8
Anstrengungsbeschwerden + Vermeidung von Naharbeit	3	1,2
Anstrengungsbeschwerden + Leseunlust	1	0,4
Anstrengungsbeschwerden + Leseprobleme	14	5,7
Leseprobleme + Vermeidung von Naharbeit	5	2,0
Leseunlust + Vermeidung von Naharbeit	1	0,4
Anstrengungsbeschwerden	0	0,0
Leseunlust	1	0,4
Vermeidung von Naharbeit	1	0,4
	35	14,1
n =	247	100,0

Tabelle 22: Verteilung der Beschwerdekombinationen

	Anzahl	%
keine Brille	53	21,4
bisherige Brille	14	5,7
Fernbrille ohne Prisma	83	33,6
Fernbrille mit Prisma	60	24,3
Nahbrille	37	15,0
n =	247	100,0

Tabelle 23: Verteilung der optometrischen Verordnungen bei Kindern mit LRS

	Anzahl	%
Konvergenztraining und Nahbrille	6	27,3
Konvergenztraining und Fernbrille ohne Prisma	6	27,3
Konvergenztraining und Fernbrille mit Prisma	3	13,6
Konvergenztraining ohne Brille	7	31,8
n =	22	100,0

Tabelle 24: Verordnung von Konvergenztraining

	Vsc,mon R		Vsc,mon L	
	Anzahl	%	Anzahl	%
0,05	5	2,0	4	1,6
0,1	1	0,4	6	2,4
0,15	0	0,0	1	0,4
0,2	4	1,6	5	2,0
0,3	2	0,8	6	2,4
0,4	10	4,0	4	1,6
0,6	11	4,5	8	3,2
0,8	21	8,5	16	6,5
1,0	193	78,1	197	79,8
1,2	0	0,0	0	0,0
1,5	0	0,0	0	0,0
keine Angabe	0	0,0	0	0,0
n =	247	100,0	247	100,0

Tabelle 25: Verteilung der Sehschärfe auf dem linken und dem rechten Auge ohne Korrekturen

	Vcc,mon R		Vcc,mon L	
	Anzahl	%	Anzahl	%
0,05	0	0,0	0	0,0
0,1	0	0,0	1	0,4
0,15	0	0,0	0	0,0
0,2	0	0,0	0	0,0
0,3	0	0,0	0	0,0
0,4	1	0,4	2	0,8
0,6	4	1,6	4	1,6
0,8	6	2,4	7	2,8
1,0	233	94,3	230	93,1
1,2	0	0,0	0	0,0
1,5	1	0,4	1	0,4
keine Angabe	2	0,8	2	0,8
n =	247	100,0	247	100,0

Tabelle 26: Verteilung der Sehschärfe auf dem linken und dem rechten Auge mit Korrekturen

	Anzahl	%
Hyperopie ohne Prisma	76	53,1
Hyperopie mit Prisma	38	26,6
Plan mit Prisma	6	4,2
Myopie mit Prisma	16	11,2
Myopie ohne Prisma	7	4,9
n =	143	100,0

Tabelle 27: Verteilung der sphäro-cylindrischen Wirkungen bei Fernbrillen mit und ohne Prisma

	Anzahl	%
-1,5	1	1,2
-1,0	1	1,2
-0,5	5	6,0
0,5	32	38,6
1,0	26	31,3
1,5	8	9,6
2,0	3	3,6
2,5	1	1,2
3,0	1	1,2
3,5	0	0,0
4,0	1	1,2
4,5	1	1,2
5,0	1	1,2
5,5	0	0,0
6,0	0	0,0
6,5	0	0,0
7,0	0	0,0
7,5	2	2,4
n =	83	100,0

Tabelle 28: Verteilung der Korrekturen reiner sphärischer Refraktionsfehler bei Fernbrillen ohne Prisma

	< 0,75	%	1,0..2,0	%	> 2,0	%
Myopie	4	14,9	1	3,4	0	0,0
Hyperopie	11	40,9	7	25,9	4	14,9
Plan	0	0,0	0	0,0	0	0,0
n = 27	15	55,8	8	29,3	4	14,9

Tabelle 29: Verteilung der astigmatischen Korrekturen bei Fernbrillen ohne Prisma

	Anzahl	%
-5,5	1	1,7
-5,0	0	0,0
-4,5	1	1,7
-4,0	0	0,0
-3,5	0	0,0
-3,0	0	0,0
-2,5	0	0,0
-2,0	3	5,0
-1,5	4	6,7
-1,0	2	3,3
-0,5	5	8,3
0	6	10,0
0,5	30	50,0
1,0	2	3,3
1,5	2	3,3
2,0	2	3,3
2,5	0	0,0
3,0	0	0,0
3,5	0	0,0
4,0	0	0,0
4,5	0	0,0
5,0	1	1,7
5,5	0	0,0
6,0	0	0,0
6,5	1	1,7
n =	60	100,0

Tabelle 30: Verteilung der Korrekturen reiner sphärischer Refraktionsfehler bei Fernbrillen mit Prisma

	< 0,75	%	1,0..2,0	%	> 2,0	%
Myopie	6	24,0	2	8,0	1	4,0
Hyperopie	10	40,0	3	12,0	0	0,0
Plan	3	12,0	0	0,0	0	0,0
n = 25	19	76,0	5	20,0	1	4,0

Tabelle 31: Verteilung der astigmatischen Korrekturen bei Fernbrillen mit Prisma

	Anzahl	%
Eso-AP=WF	0	0,0
Exo-AP=WF	4	6,7
Vertikal-AP=WF	8	13,3
Vertikal-AP=WF + Eso-AP=WF	14	23,3
Vertikal-AP=WF + Exo-AP=WF	34	56,7
n =	60	100,0

Tabelle 32: Häufigkeitsverteilung der gesamtprismatischen Wirkung hinsichtlich der Horizontal- und Vertikalkomponente

	≤ 0,5	%	0,75..1,0	%	1,25..2,0	%	≥ 2,25	%
Eso-AP=WF	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Exo-AP=WF	0	0,0	0	0,0	1	1,7	3	5,0
Vertikal-AP=WF	2	3,3	2	3,3	2	3,3	2	3,3
Vertikal-AP=WF + Eso-AP=WF	1	1,7	6	10,0	6	10,0	1	1,7
Vertikal-AP=WF + Exo-AP=WF	12	20,0	11	18,3	10	16,7	1	1,7
n = 60	15	25,0	19	31,7	19	31,7	7	11,7
Eso-AP=WF + Vertikal-AP=WF			5	8,3	2	3,3	7	11,7
Exo-AP=WF + Vertikal-AP=WF	3	5,0	5	8,3	13	21,7	13	21,7

Tabelle 33: Größenordnungen der prismatischen Verordnungen

	n = 100%	A %	B %	C %	D %	E %	F %	G %	H %	I %
Alle Beschwerden	49	15 30,6	10 20,4		3 6,1	2 4,1	9 18,4	2 4,1	4 8,2	6 12,2
Anstrengungsbeschwerden, Lese probleme und Leseunlust	62	17 27,4	13 21,0	3 4,8	4 6,5	3 4,8	7 11,3	2 3,2	5 8,1	10 16,1
Lese probleme, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit	29	8 27,6	3 10,3	1 3,4	1 3,4		7 24,1	2 6,9	2 6,9	7 24,1
Lese probleme und Leseunlust	55	21 38,2	5 9,1	1 1,8	4 7,3		11 20,0	8 14,5	1 1,8	12 21,8
Lese probleme	17	7 41,2	1 5,9		1 5,9			1 5,9	1 5,9	7 41,2

Tabelle 34: Verteilung der Beschwerden zu den Korrekturen

	A %	B %	C %	D %	E %	F %	G %	H %	I %
n = 100%	76	38	7	16	6	37	22	14	53
Alle Beschwerden	15 19,7	10 26,3		3 18,8	2 33,2	9 24,3	2 9,1	4 28,6	6 11,3
Anstrengungsbeschwerden, Lese probleme und Leseunlust	17 22,4	13 34,2	3 42,9	4 25,0	3 50,0	7 18,9	2 9,1	5 35,7	10 18,9
Lese probleme, Leseunlust und Vermeidung von Naharbeit	8 10,5	3 7,9	1 14,3	1 6,3		7 18,9	2 9,1	2 14,3	7 13,2
Lese probleme und Leseunlust	21 27,6	5 13,2	1 14,3	4 25,0		11 29,7	8 36,4	1 7,1	12 22,6
Lese probleme	7 9,2	1 2,6		1 6,3			1 4,5	1 7,1	7 13,2
n =	68 89,5	32 84,2	5 71,4	13 81,3	5 83,3	34 91,9	15 68,2	13 92,9	42 79,2

Tabelle 35: Verteilung der Korrekturen zu den Beschwerden

- A Hyperopie ohne Prisma
- B Hyperopie mit Prisma
- C Myopie ohne Prisma
- D Myopie mit Prisma
- E Plan mit Prisma
- F Nahbrille
- G Konvergenztraining
- H bisherige Brille
- I keine Brille

10.3 Korrektionsdaten

Nr.	V _{sc}	sph	cyl	Achse	V _{cc}	Prisma	Basis	Prisma	Basis	V _{cc}	Add	Anmerkung
1	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
3	1,0				1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0				1,0							
5	0,8	-0,5			1,0					1,0		keine Brille verordnet
	0,8	-0,5	-0,25	95	1,0							
7	1,0	+0,25	-0,5	165	1,0					1,0		
	1,0	+0,25	-0,25	15	1,0							
8	1,0	+0,5	-0,25	9	1,0	1,5 innen				1,0		
	1,0	+0,5			1,0	1,0 innen		0,5 oben				
9	1,0	+0,5			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,5			1,0							
10	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
11	1,0	-0,25			1,0	1,0 außen		0,5 oben		1,2		
	1,0	-0,25			1,0	1,0 außen						
13	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
14	1,0	+0,25			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							
15	1,0	+0,25	-0,25	90	1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25	-0,25	90	1,0							
17	1,0				1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0				1,0							
20	0,8	+0,5			0,8					1,0		
	0,8	+0,25			0,8							
22	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
23	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
24	1,0	+1,5	-0,25	86	1,0					1,2		
	1,0	+1,5	-0,25	152	1,0							
25	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
26	1,0	-0,25			1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0	-0,25			1,0							
29	1,0	+0,0			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	-0,25			1,0							
30	1,0	+0,75	-0,25	91	1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,5	-0,25	88	1,0							
32	0,8	-0,25	-0,5	124	1,0	2,5 innen		1,25 oben		1,2		
	0,2	-1,25			1,0	2,5 innen		1,25 unten				
33	0,6	+3,75			1,0					1,0		
	1,0	+1,25			1,0							
34	0,6	+4,5	-0,5	90	1,0					1,2		
	0,8	+4,25	-0,5	21	1,0							
35	1,0	+1,5			1,0					1,0		
	1,0	+1,75	-0,75	159	1,0							
38	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
43	1,0	+0,5			1,0			0,5 oben		1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
44	1,0	+0,5			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,5			1,0							
45	0,8	+1,25	-1,0	6	1,0					1,2		
	0,8	+1,0	-1,25	169	1,0							
46	0,4	+5,75	-2,0	0	1,0			0,75 unten		1,0		
	0,2	+6,25	-1,5	170	0,6			0,75 oben				
51	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
53	1,0	+0,0	-0,25	174	1,0					1,2		
	0,6	-0,75	-0,5	176	1,0							
56	1,0	+0,5			1,0					1,0		
	1,0	+0,5			1,0							
57	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
59	0,3	+6,0	-1,75	179	1,0					1,0		
	0,4	+7,5	-1,5	169	1,0							
60	0,8	+1,25			1,0					1,0		
	1,0	+1,25			1,0							

Nr.	V _{sc}	sph	cyl	Achse	V _{cc}	Prisma	Basis	Prisma	Basis	V _{cc}	Add	Anmerkung
61	1,0				1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0				1,0							
64	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
69	1,0	+0,25			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							
70	1,0	+0,5	-0,5	178	1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,5	-0,5	179	1,0							
73	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
77	1,0	+0,0	-0,25	79	1,0	1,5	außen			1,2		keine Brille verordnet
	1,0	-0,25	-0,25	98	1,0	1,5	außen					
78	0,8	-0,5	-0,25	74	1,0					1,2		
	1,0	-0,5			1,0							
80	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
81	1,0	+0,5			1,0				0,5 unten	1,0		
	1,0	+0,5			1,0				0,5 oben			
82	0,8	-0,25	-0,25	110	1,0	1,0	innen		0,5 oben	1,2		
	0,8	-0,25			1,0	1,0	innen		0,5 unten			
84	1,0	+0,25			1,0	2,25	außen		0,25 oben	1,2		
	1,0	+0,25	-0,25	0	1,0	2,0	außen		0,5 unten			
85	1,0	+0,25	-0,25	136	1,0	1,5	außen		0,75 oben	1,2		
	1,0	+0,25	-0,25	56	1,0	1,0	außen		0,75 unten			
87	1,0				1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0				1,0							
88	1,0	+0,5			1,0					1,2	0,5	keine Brille verordnet
	1,0	+0,5			1,0						0,5	
89	0,8	-0,75			1,0					1,0		Brille + Perlkettentraining
	0,1	-1,25	-1,75	86	0,6							
90	1,0	-0,25										keine Brille verordnet
	1,0											
91	1,0	+1,0			1,0					1,2		
	1,0	+1,0			1,0							
92	1,0	+0,25			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							
93	1,0	+0,5			1,0					1,0	0,25	Nahbrille
	1,0	+0,5			1,0						0,25	
95	1,0	+0,5			1,0	2,0	innen		0,5 oben	1,0		
	1,0	+0,5			1,0	2,0	innen					
96	1,0				1,0					1,0	0,5	Nahbrille
	1,0				1,0						0,5	
99	0,4	+2,0	-1,5	175	0,6					0,6		Brille + Perlenkettentraining
	0,6	+2,0	-1,25	2	0,6							
100	1,0				1,0							keine Brille verordnet
	1,0				1,0							
101	1,0	+0,5			1,0					1,0	0,25	Nahbrille
	1,0	+0,5			1,0						0,25	
102	1,0	+0,75	-0,5	96	1,0					1,2		
	1,0	+0,75	-0,25	94	1,0							
106	1,0	-0,25	-0,25	4	1,0							keine Brille verordnet
	1,0	-0,25	-0,25	169	1,0							
107	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
108	0,8	+1,0			0,8					1,0		
	1,0	+1,0			1,0							
110	1,0	+1,25	-0,25	120	1,0							bisherige Brille beibehalten
	1,0	+1,25	-0,5	81	1,0							
111	0,8	+1,75	-0,25	169	0,8					0,8		
	0,8	+1,5	-0,5	25	0,8							
112	1,0	+1,0	-0,75	1	1,0					1,0		
	1,0	+1,0	-0,5	168	1,0							
113	0,8	+0,75	-1,25	90	1,0					1,0		bisherige Brille beibehalten
	0,8	+0,75	-1,0	91	1,0							
114	1,0	-0,5			1,0					1,2		keine Brille verordnet, Perlenkettentraining
	1,0	-0,5			1,0							
115	1,0	+0,5			1,0						0,25	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,25	
116	1,0				1,0					1,2	0,5	Nahbrille + Perlkettentraining
	1,0				1,0						0,5	
117	0,8	+0,25			0,8					0,8	0,5	Nahbrille + Perlkettentraining
	0,8	+0,25			0,8						0,5	
118	1,0	+0,25	-0,25	90	1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25	-0,25	90	1,0			0,25 oben				

Nr.	V _{sc}	sph	cyl	Achse	V _{cc}	Prisma	Basis	Prisma	Basis	V _{cc}	Add	Anmerkung
121	0,6	+1,0	-0,75	110	1,0					1,2		bisherige Brille beibehalten
	1,0	+0,25	-0,25	64	1,0							
123	0,4	-0,75			1,0					1,0		bisherige Brille beibehalten
	0,4	-0,75			1,0							
125	1,0				1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0				1,0							
126	1,0	+0,75	-0,25	90	1,0							Nahbrille + Perlkettentraining
	1,0	+0,75	-0,5	87	1,0							
129	1,0				1,0					1,0	0,5	Nahbrille
	1,0				1,0						0,5	
130	1,0				1,0	1,0 innen				1,2		keine Brille verordnet, Perlkettentraining
	1,0				1,0							
131	1,0	+0,5	-0,5	171	1,0					1,0	0,5	Nahbrille
	1,0	+0,5	-0,5	176	1,0						0,5	
132	1,0	+0,5			1,0					1,2	0,5	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,5	
133	1,0	+0,5	-0,25	85	1,0	0,5 innen		0,75 oben		1,2		
	1,0	+0,5	-0,25	96	1,0	0,75 innen		0,5 unten				
134	0,6	+2,5	-0,5	78	1,0					1,0	3,0	bisherige Brille beibehalten
	0,6	+2,75	-0,5	38	1,0						3,0	
135	1,0	+0,25			1,0						0,25	Nahbrille + Perlkettentraining
	1,0	+0,25			1,0						0,25	
139	1,0	+0,25			1,0					1,2	0,25	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,25	
140	1,0				1,0			0,5 unten		1,0		keine Brille verordnet
	1,0				1,0			0,5 oben				
141	1,0	+1,25	-0,75	91	1,0	0,25 innen		1,0 oben		1,2		
	1,0	+1,25	-0,75	81	1,0	0,5 innen		0,75 unten				
143	0,6	+0,75	-1,0	90	1,0					1,0		
	0,15	+2,25	-3,5	91	0,8							
144	0,6	+0,5	-0,75	91	1,0					1,2		bisherige Brille beibehalten
	0,8	+0,5	-0,75	75	1,0							
145	1,0	+0,25			1,0					1,2	0,5	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,5	
148	0,2	-1,5			1,0	1,0 innen		0,25 oben		1,2		
	0,1	-2,0			1,0	1,0 innen		0,25 unten				
149	1,0	+0,5			1,0	0,75 innen		0,25 unten		1,2		Brille + Visualtraining
	1,0	+0,5			1,0	0,5 innen						
150	0,2	-1,5			1,0	1,0 innen		0,25 oben		1,2		
	0,1	-2,0			1,0	1,0 innen		0,25 unten				
151	1,0	+0,75			1,0					1,0		
	1,0	+0,75			1,0							
152	0,05	-7,25	-0,25	166	1,0	1,75 innen		0,75 unten		1,2		bisherige Brille beibehalten
	0,05	-6,75	-0,25	55	1,0	1,5 innen		1,0 oben				
153	1,0	+0,0			1,0					1,2		Keine Brille verordnet
	1,0	+0,0			1,0							
156	1,0	+0,5			1,0					1,0		
	1,0	+0,5			1,0							
158	1,0	+0,0			1,0	1,0 außen		0,5 unten		1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,0			1,0	1,0 außen						
159	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
163	1,0	+0,0			1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0	+0,5			1,0							
164	1,0	+0,25			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							
165	1,0	+0,25			1,0					1,2		
	1,0	+0,25			1,0							
166	1,0	+0,0			1,0					1,2		
	1,0	+0,25			1,0							
167	0,05	-5,25	-3,5	179	1,0	2,25 außen		0,75 oben		1,2		
	0,05	-4,5	-1,5	164	1,0	2,0 außen		1,0 unten				
168	0,2	-1,25	-0,75	175	1,0	0,25 außen		0,5 oben		1,0		
	0,8	-1,0	-0,5	8	1,0	0,5 außen		0,5 unten				
170	1,0	+0,0			1,0					1,2	0,75	Nahbrille
	1,0	+0,0			1,0						0,75	
171	1,0	+0,5	-0,5	174	1,0	0,5 innen		0,75 oben		1,0		
	1,0	+0,5	-0,5	176	1,0			0,75 unten				
172	1,0	+0,25			1,0	0,75 innen		0,25 oben		1,0		
	1,0	+0,25			1,0	0,5 innen		0,5 unten				
175	0,2	+7,25	-2,75	171	0,6					1,0		
	0,3	+7,25	-2,5	2	1,0							
176	1,0	+0,5			1,0	1,25 innen		0,25 oben		1,2		
	1,0	+0,5			1,0	1,25 innen		0,25 unten				

Nr.	V _{sc}	sph	cyl	Achse	V _{cc}	Prisma	Basis	Prisma	Basis	V _{cc}	Add	Anmerkung
177	1,0	+0,25			1,0					1,2		
	1,0	+0,25			1,0							
180	1,0	+0,25			1,0	0,5 innen		0,5 unten		1,2		
	1,0	+0,25			1,0			0,5 oben				
181	1,0	+1,5	-0,25	90	1,0					1,0		
	1,0	+1,25	-0,5	90	1,0							
184	1,0	+0,0	-0,25	80	1,0			0,75 unten		1,2		
	0,6	-1,25			1,0			0,75 oben				
186	0,4	+3,0	-1,5	157	1,0					1,0		
	0,3	+4,75	-1,75	170	1,0							
188	0,8	+1,25	-0,75	11	1,0					1,2		
	0,8	+1,25	-0,5	154	1,0							
189	0,4	+6,25	-1,5	0	1,0							bisherige Brille beibehalten
	0,2	+6,5	-1,25	177	0,4							
191	1,0	+0,75			1,0					1,0		
	1,0	+0,75			1,0							
192	0,4	+4,75	-1,25	9	0,6							bisherige Brille beibehalten
	0,6	+3,25	-0,5	7	0,8							
193	1,0	+0,0			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,0			1,0							
195	1,0				1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0				1,0							
196	1,0	+0,25	-0,25	78	1,0	0,5 innen		0,5 oben		1,2		
	1,0	+0,25	-0,25	112	1,0	0,5 innen		0,5 unten				
198	0,8	-0,25	-0,5	85	1,0					1,0		Fernbrille +
	0,8	-0,25	-0,75	108	1,0							Konvergenztraining
202	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
203	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
205	1,0	+0,25			1,0	0,5 innen		0,75 oben		1,0		
	1,0	+0,25			1,0	0,5 innen		0,75 unten				
206	1,0	+0,0			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,0			1,0							
207	1,0	+2,0			1,0							bisherige Brille beibehalten
	1,0	+2,75	-0,5	28	1,0							(Strabismus convergenz)
208	1,0	+0,5			1,0					1,0	0,75	Nahbrille
	1,0	+0,5			1,0						0,75	
210	0,05	-4,5	-1,75	28	1,0	1,75 innen				1,0		
	0,05	-4,5	-0,75	176	1,0	1,75 innen						
211	1,0	+0,5			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,5			1,0							
212	1,0	+0,5			1,0					1,0		
	1,0	+0,5			1,0							
213	1,0	+0,0			1,0					1,2	0,5	Nahbrille
	1,0	+0,0			1,0						0,5	
214	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
215	1,0	+1,0			1,0					1,2		Fernbrille +
	1,0	+1,0			1,0							Konvergenztraining
216	1,0	+0,25			1,0					1,2	0,25	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,25	
219	1,0	+0,0	-0,25	0	1,0	2,5 außen		0,75 oben		1,2		
	1,0	+0,0	-0,25	0	1,0	2,5 außen		0,75 unten				
220	0,4	+1,75	-2,0	179	1,0	1,5 innen				1,0		
	0,3	+1,75	-1,75	4	1,0	1,5 innen						
222	1,0	+0,0			1,0	1,0 außen		0,5 unten		1,0		
	1,0	+0,0			1,0	1,0 außen		0,5 oben				
223	1,0	+0,25			1,0	0,25 innen		0,75 oben		1,2		
	1,0	+0,25			1,0			1,0 unten				
224	1,0				1,0					1,2		Keine Brille verordnet,
	1,0				1,0							Perlkettentraining
225	1,0	+0,25			1,0					1,0		Fernbrille +
	1,0	+0,25			1,0							Perlkettentraining
227	1,0	+0,75			1,0					1,0		Nahbrille
	1,0	+0,75			1,0							
228	1,0				1,0					1,2	0,5	Nahbrille
	1,0				1,0						0,5	
229	1,0	+1,0			1,0					1,2		
	1,0	+0,75			1,0							
231	1,0	+1,0			1,0					1,2		
	1,0	+1,0			1,0							
232	1,0	+0,0			1,0					1,0	0,5	Nahbrille
	1,0	+0,0			1,0						0,5	

Nr.	V _{sc}	sph	cyl	Achse	V _{cc}	Prisma	Basis	Prisma	Basis	V _{cc}	Add	Anmerkung
291	1,0	+0,25			1,0	2,25 innen		0,25 oben		1,2		
	1,0	+0,25			1,0	2,25 innen		0,25 unten				
292	0,05	-2,0	-1,25	14	1,0					1,0		
	0,1	-1,25	-1,0	121	1,0			0,5 unten				
293	1,0	+0,25			1,0					1,2		
	1,0	+0,25			1,0							
294	0,8	+0,25	-0,25	90	1,0					1,0		keine Brille verordnet
	0,8	+0,25	-0,25	90	1,0							
295	1,0	+0,25			1,0	2,0 außen		0,75 oben		1,0		
	1,0	+0,25			1,0	2,0 außen		0,75 unten				
296	1,0	+0,25			1,0					1,0		
	1,0	+0,25			1,0							
298	0,1	-1,5			1,0	1,0 innen		0,5 unten		1,2		
	0,1	-1,5			1,0	1,25 innen		0,25 oben				
299	0,8	+0,5			1,0					1,2		Fernbrille für Schule und Naharbeit
	1,0	+0,5			1,0							
300	0,4	-1,0			1,0	0,75 innen		0,75 oben		1,2		
	0,3	-1,0			1,0	0,5 innen		0,75 unten				
301	0,8	-0,5			1,0	0,5 außen		1,5 oben		1,2		
	0,6	-0,75			1,0	0,5 außen		1,5 unten				
302	1,0	+0,0			1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0	+0,0			1,0							
306	0,8	-0,25	-0,5	90	1,0					1,2		Fernbrille + Auge-Hand-Training
	1,0	-0,25	-0,5	90	1,0							
308	1,0	+0,75	-0,25	90	1,0					1,0		
	1,0	+0,5	-0,25	90	1,0							
309	1,0	+0,25			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							
310	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
311	1,0	+0,0								1,0		keine Brille verordnet
	1,0	+0,0										
312	1,0	+0,0			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,0			1,0							
315	1,0	+0,25			1,0					1,0	0,5	nur Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,5	
316	1,0	+0,25			1,0					1,2	0,25	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,25	
319	1,0	+1,0			1,0					1,2		
	1,0	+1,0			1,0							
320	1,0	+0,75			1,0			2,0 oben		1,0		
	1,0	+0,75			1,0			1,5 unten				
321	1,0	-0,5			1,0					1,2		bisherige Brille beibehalten
	1,0	-0,25			1,0							
322	1,0	+0,0			1,0	0,75 innen				1,0		
	1,0	+0,5			1,0	0,75 innen						
324	1,0	+0,0	-0,25	76	1,0	1,0 innen		0,75 oben		1,2		
	1,0	+0,0			1,0	1,25 innen		0,5 unten				
325	1,0	-0,25			1,0	0,75 innen		0,5 oben		1,2		Fernbrille + Perlkettentrainer
	1,0	-0,25			1,0	0,75 innen		0,5 unten				
326	1,0	+0,25	-0,25	116	1,0					1,2	0,75	nur Nahbrille
	1,0	+0,25	-0,25	66	1,0						0,75	
327	1,0	+0,25			1,0	2,0 außen		0,75 oben		1,2		
	1,0	+0,25			1,0	2,0 außen		0,75 unten				
328	1,0	+0,5			1,0	2,25 innen		0,5 unten		1,2		
	1,0	+0,5			1,0	2,25 innen		0,5 oben				
329	1,0	+0,5			1,0	1,0 innen		0,5 oben		1,2		
	1,0	+0,25			1,0	1,0 innen		0,5 unten				
331	1,0	+0,5			1,0	1,0 innen		0,5 oben		1,2		
	1,0	+0,5			1,0	1,0 innen						
332	1,0	+0,25			1,0					1,0	0,5	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,5	
333	1,0	+0,5			1,0	1,5 innen		0,5 oben		1,0		
	1,0	+0,5			1,0	1,5 innen		0,5 unten				
334	1,0	+0,0			1,0					1,2		Konvergenztraining
	1,0	+0,0			1,0							
335	1,0	+0,25			1,0					1,2	0,25	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,25	
337	1,0	+2,0			1,0	1,25 innen		0,25 unten		1,2		
	1,0	+2,0			1,0	1,0 innen		0,5 oben				
339	1,0	+0,5			1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0	+0,5			1,0							
344	1,0	+0,25			1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							

Nr.	V _{sc}	sph	cyl	Achse	V _{cc}	Prisma	Basis	Prisma	Basis	V _{cc}	Add	Anmerkung
346	0,6	-0,25			1,0					1,2		keine Brille verordnet, Auge-Hand-Training
	0,8	-0,25			1,0							
347	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
348	1,0	+0,75			1,0					1,2		
	1,0	+1,25			1,0							
350	1,0	+0,25			1,0					1,2	0,5	Nahbrille
	1,0	+0,25			1,0						0,5	
351	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
352	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
354	1,0	+0,0			1,0					1,2		
	1,0	-0,25			1,0							
355	1,0	+0,25			1,0					1,2		
	1,0				1,0							
356	1,0	+0,5			1,0	1,5 innen		0,5 oben		1,2		
	1,0	+0,5			1,0	1,5 innen						
358	1,0	-0,5	-0,25	118	1,0	1,5 innen				1,2		Perlkettentraining
	1,0	-0,5	-0,5	31	1,0	1,0 innen						
359	0,4	+0,5	-1,75	6	1,0					1,2		
	0,2	+0,5	-2,75	178	1,0							
360	0,3				0,4					0,8		bisherige Brille beibehalten
	0,4				0,8							
361	1,0	+0,5	-0,25	14	1,0	1,0 innen		0,75 oben		1,2		
	1,0	+0,25			1,0	0,75 innen		0,5 unten				
363	1,0	+0,25			1,0					1,0		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							
365	1,0	+0,25			1,0					1,2		bisherige Brille beibehalten + Konvergenztraining
	1,0	+0,25			1,0							
366	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
368	1,0	+2,75	-0,75	177	1,0					1,0		
	1,0	+2,5	-0,75	2	1,0							
369	1,0	+0,75	-0,25	165	1,0					1,2		Nahbrille + Konvergenztraining
	1,0	+0,75	-0,25	175	1,0							
371	1,0	+0,5			1,0					1,2		
	1,0	+0,5			1,0							
373	0,8	-0,25			1,0					1,0		
	1,0	+0,0			1,0							
374	0,6	+1,25	-2,25	59	0,6					0,8		
	0,4	+1,0	-2,0	104	0,6							
375	1,0	+0,75			1,0	0,5 außen		0,5 oben		1,2		
	1,0	+0,75			1,0	0,5 außen		0,5 unten				
380	1,0	+0,5	-1,0	5	1,0					1,2		
	0,8	+0,75	-1,0	2	1,0							
381	1,0	+0,5			1,0					1,0		
	1,0	+0,5			1,0							
382	1,0	+0,25			1,0					1,2		keine Brille verordnet
	1,0	+0,25			1,0							
383	1,0				1,0					1,2	0,5	Nahbrille + Konvergenztraining
	1,0				1,0						0,5	
385	1,0				1,0					1,2	0,5	Nahbrille
	1,0				1,0						0,5	