

*Aus der Abteilung für Pädiatrische Ophthalmologie, Strabismologie und Ophthalmogenetik*

Frau Prof. Dr. med. Dr. habil. B. Lorenz

DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

*STATISCHE UND KINETISCHE GESICHTSFELDUNTERSUCHUNG BEI KINDERN  
MITTELS VERSCHIEDENER STRATEGIEN*

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Medizin*

der  
Medizinischen Fakultät  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
*Stephanie Wilscher*

2010



*Aus der Abteilung für Pädiatrische Ophthalmologie, Strabismologie und Ophthalmogenetik*

Frau Prof. Dr. med. Dr. habil. B. Lorenz

DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

*STATISCHE UND KINETISCHE GESICHTSFELDUNTERSUCHUNG BEI KINDERN  
MITTELS VERSCHIEDENER STRATEGIEN*

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
*der Medizin*

der  
Medizinischen Fakultät  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
*Stephanie Wilscher*

2010

Dekan:

Prof. Dr. Bernhard Weber

1. Berichterstatter:

Frau Prof. Dr. med. Dr. habil. B. Lorenz

2. Berichterstatter:

Prof. Dr. med. H. Segerer

Tag der mündlichen Prüfung:

27.08.2010     Frau Prof. Dr. med B. Lorenz in Gießen

16.09.2010     Prof. Dr. med. H. Segerer in Regensburg

## **1. Einleitung**

1.1 Perimetrie	1
1.2 Bedeutung der Perimetrie	1
1.3 Grundbegriffe	2
1.4 Entwicklung der Perimetrie	3
1.5 Entwicklung neuer Teststrategien bei Erwachsenen	5
1.6 Perimetrie bei Kindern	6
1.7 Ziel dieser Studie	9

## **2. Material und Methoden**

2.1 Versuchspersonen	11
2.1.1 Auswahl der Versuchspersonen, Vorerkrankungen	11
2.1.2 Untersuchungen	11
2.1.3 Einschlusskriterien	12
2.2 Twinfield Perimeter	12
2.2.1 Steuerungseinheit	13
2.2.2 Halbkugelperimeter	13
2.2.3 Ein- und Ausgabe	14
2.2.4. Komponentenauswahl	16
2.3 Programm	17
2.3.1 Qualitätskontrolle	17
2.4 Messstrategien für die statische Untersuchung	17
2.4.1 Bestimmung der zentralen Schwelle und Ermittlung einer Leuchtdichteklasse	17

2.4.2 CLIP Strategie	18
2.4.3 Schnelle Schwellenstrategie	20
2.5 Kinetische Untersuchung	21
2.6 Aufbau der Studie	21
2.6.1 Untersuchungsvorgang	21
2.6.1.1 Untersuchungsvorbereitungen	21
2.6.1.2 Programmauswahl, Eingabe, Voruntersuchungen und Start (setup)	22
2.6.1.3 Übersicht/Kontrolle der Untersuchers während der laufenden Untersuchung	22
2.6.1.4 Pause/Abbruch	23
2.6.2 Kinetische Untersuchung (nach Goldmann)	23
2.6.3 Statische Untersuchung	24
2.6.4 Kinetische Untersuchung 2 (Goldmann kurz)	25
2.6.5 Evaluation der Untersuchung	25
2.6.6 Ausschlusskriterien	26
2.6.7 Statistische Auswertung	26

### **3. Ergebnisse**

3.1 Versuchspersonen	28
3.2. Fertigstellung	32
3.3 Testdauer	32
3.4 Statische Untersuchungen	34
3.4.1 Testdauer	34
3.4.2 Auswertung der einzelnen Testorte	36
3.4.2.1 CLIP 1	36
3.4.2.2 CLIP 2	38
3.4.2.3 Vergleich CLIP 1 und 2	38

3.4.2.4 Schnelle Schwelle 1	39
3.4.2.5 Schnelle Schwelle 2	39
3.4.2.6 Vergleich Schnelle Schwelle 1 und 2	40
3.4.2.7 Vergleich CLIP und Schnelle Schwelle 1	40
 3.5 MD, MS, LV Ergebnisse der statischen Perimetrie	 41
3.5.1 Altersabhängigkeit	41
3.5.2 Vergleich nach Gruppe N/S	44
3.5.3 Vergleich nach Geschlecht	44
3.5.4 Vergleich CLIP/SS	44
3.5.5 Vergleich CLIP 1/CLIP 2	45
3.5.6 Vergleich SS 1/SS 2	45
 3.6 Auffällige Punkte	 45
3.6.1 Einzelpunkte	45
3.6.2 Cluster	46
3.6.3 Korrigierte auffällige Punkte	46
3.6.4 Geschlecht	46
3.6.5 Vergleich der beiden Strategien CLIP und Schnelle Schwelle	47
3.6.6 CLIP 1/CLIP 2	48
3.6.7 SS 1/SS 2	48
 3.7 Zuverlässigkeit der statischen Perimetrie	 48
3.7.1 Fixationsfehler	48
3.7.2 Antwortkontrolle	50
 3.8 Kinetische Perimetrie	 51
3.8.1 Graphische Beispiele	51
3.8.2 Testdauer	52

3.8.3 Goldmann 1	54
3.8.3.1 Stimulus III4	61
3.8.3.2 Stimulus I4	63
3.8.3.3 Stimulus I2	64
3.8.3.4 Stimulus I1	65
3.8.4 Goldmann kurz	66
3.8.4.1 Stimulus III4	71
3.8.4.2 Stimulus I4	71
3.8.4.3 Stimulus I2	71
3.8.4.4 Stimulus I1	72
3.8.5 Vergleich Goldmann und Goldmann kurz	72
3.8.6 Flächen	76
3.8.6.1 Flächen Goldmann 1	79
3.9 Bewertung durch die Untersuchten	80
3.9.1 Goldmann	80
3.9.2 Statische Untersuchungen	80
3.10 Bewertungen durch den Untersucher	81
3.11 Pupillengröße	82

## **4. Diskussion**

4.1 Auswahl von Versuchspersonen	89
4.2 Untersuchungsbedingungen	90
4.2.1 Lerneffekt und Ermüdung	90
4.3 Kinetische Perimetrie	92
4.3.1 Kinetische Perimetrie bei Kindern	92
4.3.2 Automatische kinetische Gesichtsfelduntersuchung	93

4.2.3.1 Prüfungsgeschwindigkeit	93
4.2.3.2 Untersuchungsbedingungen	94
4.3.3 Ergebnisse der kinetischen Perimetrie	95
4.3.4 Bewertung der Untersuchungsergebnisse	99
4.4 Statische Untersuchung	101
4.4.1 Prüfpunktraster	101
4.4.2 Auswahl von Messstrategien	101
4.4.2.1 CLIP Strategie und Schnelle Schwellen Strategie	102
4.4.2.2 Andere neue Strategien	103
4.4.3 Untersuchungszeit	104
4.4.4 Ergebnisse der statischen Untersuchung	105
4.4.5 Vergleich mit anderen Studien Statische Untersuchung	106
4.4.6 Bedeutung der Untersuchung bei Pathologien	107
4.4.7 Bewertungen	109
4.4.7.1 Bewertungen durch die Patienten	109
4.4.7.2 Bewertung durch den Untersucher	109
<b><u>5. Zusammenfassung</u></b>	111
<b><u>6. Literaturverzeichnis</u></b>	113
<b><u>7. Danksagung</u></b>	118
<b><u>8. Lebenslauf</u></b>	119

## Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1:	13
Abbildung 2:	24
Abbildung 3:	28
Abbildung 4:	36
Abbildung 5:	38
Abbildung 6:	39
Abbildung 7:	41
Abbildung 8:	42
Abbildung 9:	42
Abbildung 10:	51
Abbildung 11:	52
Abbildung 12:	53
Abbildung 13:	59
Abbildung 14:	60
Abbildung 15:	60
Abbildung 16:	61
Abbildung 17:	63
Abbildung 18:	77
Abbildung 19:	79
Abbildung 20:	95
Abbildung 21:	95

## Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1:	29
Tabelle 2:	33
Tabelle 3:	83
Tabelle 4:	35
Tabelle 5:	37
Tabelle 6:	40
Tabelle 7:	43
Tabelle 8:	46
Tabelle 9:	49
Tabelle 10:	50
Tabelle 11:	53
Tabelle 12:	55
Tabelle 13:	56
Tabelle 14:	57
Tabelle 15:	58
Tabelle 16:	59
Tabelle 17:	62
Tabelle 18:	64
Tabelle 19:	65
Tabelle 20:	66
Tabelle 21:	67

---

Tabelle 22:	68
Tabelle 23:	69
Tabelle 24:	70
Tabelle 25:	71
Tabelle 26:	72
Tabelle 27:	73
Tabelle 28:	74
Tabelle 29:	75
Tabelle 30:	76
Tabelle 31:	78
Tabelle 32:	96
Tabelle 33:	96
Tabelle 34:	98
Tabelle 35:	104

# **1. Einleitung**

## **1.1 Perimetrie**

In der Ophthalmologie gibt es derzeit zahlreiche Untersuchungsmethoden, um Auge und Sehbahn differenziert zu untersuchen. Von herausragender Wichtigkeit für den Patienten ist die Funktion des Auges. Um diese zu untersuchen, können sinnesphysiologische Verfahren eingesetzt werden. Besondere Bedeutung hat die Perimetrie, ein konservatives Untersuchungsverfahren, das häufig verwendet wird.

### **Definitionen von Gesichtsfeld und Perimetrie:**

Im Jahr 1978 wurden durch die International Perimetric Standards (IPS) folgende Definitionen festgelegt (Consilium Ophthalmologicum, 1979, Gloor und Stürmer, 1993)<sup>1</sup>:

Das Gesichtsfeld ist der Bereich der Umgebung, in dem der Beobachter bei unbewegtem Auge - und Kopf - visuelle Reize wahrnehmen kann.

Perimetrie ist die Messung visueller Funktionen des Auges an topographisch definierten Stellen im Gesichtsfeld.

## **1.2 Bedeutung der Perimetrie**

In der Ophthalmologie nimmt die Perimetrie eine besondere Stellung ein. Die Untersuchungsmethode ist nicht nur wichtig, um Sehstörungen abzuklären und zentrale und periphere Sehbahnläsionen zu diagnostizieren und lokalisieren, sondern auch bei der Verlaufskontrolle bekannter Gesichtsfelddefekte und –einschränkungen unerlässlich.

Störungen im Verlauf der gesamten Sehbahn vom Auge bis hin zum visuellen Kortex können zu Defekten im Gesichtsfeld, sogenannten Skotomen führen. Auch lassen umgekehrt charakteristische Defekte im Gesichtsfeld Rückschlüsse auf den Ort und Ausmaß der Schädigung zu. Durch perimetrische Untersuchungen ist es demnach möglich, funktionelle Befunde morphologischen Veränderungen zuzuordnen.

Die Anwendung in der ophthalmologischen Klinik und Praxis ist ebenso häufig wie vielfältig. Unterschiedliche Krankheiten wie beispielsweise Glaukom, erbliche Netzhauterkrankungen, Retrobulbärneuritis, Hypophysenadenom oder Apoplex werden auf diese Weise untersucht. Die Methode ist preiswert, einfach

durchzuführen, nicht invasiv und eignet sich für Screeninguntersuchungen ebenso wie zur Verlaufskontrolle.

### **1.3 Grundbegriffe**

Früher beschränkte man sich auf die Prüfung der Außengrenzen des Gesichtsfeldes. Heute gibt es eine Vielzahl von Methoden, um die topographische Lichtunterschiedsempfindlichkeit an ausgewählten Testorten zu prüfen. Zum einen mit Hilfe von bewegten Reizen und konstanter Leuchtdichte bei der kinetischen Perimetrie, zum anderen mit starren Stimuli unterschiedlicher Leuchtdichte bei der statischen Perimetrie.

#### **Lichtunterschiedsempfindlichkeit (LUE):**

Sie bezeichnet das Erkennen eines Helligkeitsunterschieds zwischen der Stimulusleuchtdichte und der Umfeldleuchtdichte (Hintergrund).

Physikalisch drückt man die Helligkeit als Leuchtdichte [ $\text{cd/m}^2$ ] aus. Die Berechnung der kleinstmöglichen Leuchtdichte  $\Delta L$ , die vom Betrachter gerade noch wahrgenommen werden kann, ist wichtig für die Praxis der Perimetrie.

Der sogenannte relative Leuchtdichteunterschied, Kontrast oder Unterschiedsschwelle, wird als Quotient  $\Delta L/L$  ausgedrückt.

Der gerade noch erkannte minimale Unterschiedswert  $\Delta L$  wurde früher als Schwelle bezeichnet. Diese wurde auf eine konstante Hintergrundleuchtdichte  $L$  bezogen (François und Verriest 1976<sup>2</sup>, Flammer 1993<sup>3</sup>). An jedem Testort kann somit die Empfindlichkeit angegeben werden. Der reziproke Wert stellt die Lichtunterschiedsempfindlichkeit (LUE) dar (Lachenmayr und Vivell, 1992)<sup>4</sup>.

In heutiger Zeit wird allerdings davon ausgegangen, dass die Erkennung der Stimuli einer psychometrischen sigmoidalen Funktion folgt: Unterscheidet sich der Stimulus nur minimal von der Hintergrundhelligkeit, so wird er fast nie erkannt. Mit zunehmendem Leuchtdichteunterschied steigt die Wahrscheinlichkeit eines Erkennens kontinuierlich an, bis sie bei großen Unterschieden fast 100% erreicht (Flammer, 1993; Grüsser und Grüsser-Cornehls, 1995)<sup>3,5,5</sup>. Die maximalen Werte von 100% und 0% werden dabei normalerweise aufgrund von Fehlern der Probanden nicht erreicht.

Die Empfindlichkeit an einem bestimmten Punkt des Gesichtsfeldes ist umgekehrt proportional zur Schwelle. Ein kleiner Lichtdichteunterschied benötigt eine hohe Empfindlichkeit, um wahrgenommen zu werden; hieraus resultiert eine niedrige Schwelle. Umgekehrt wird ein großer Unterschied schon bei geringer Empfindlichkeit erkannt, in diesem Fall wäre die Schwelle somit hoch.

Nach dem Weber-Fechner'schen Gesetz stellt sich die Helligkeitsempfindung proportional zum Logarithmus der objektiven Stimulusintensität dar. Der Reiz muss demzufolge in logarithmischen Stufen ansteigen, um eine Empfindungszunahme in linearen Schritten hervorzurufen. (Grüsser und Grüsser-Cornehls, 1995)<sup>5</sup>. Angewandt auf die LUE ergibt sich die folgende Formel (nach Lachenmayr und Vivell, 1992)<sup>4</sup>:

$$\text{LUE [db]} = 10 \log (L_{\max} / \Delta L)$$

$L_{\max}$  bezeichnet die maximale Stimulusleuchtdichte in  $\text{cd/m}^2$ . Diese ist vom Gerät abhängig und beträgt beim Twinfield Perimeter (Firma Oculus, Wetzlar, Deutschland)  $1000 \text{cd/m}^2$ . Mit  $\Delta L$  wird die Differenz der Leuchtdichte zwischen Hintergrund und Stimulus in  $\text{cd/m}^2$  angegeben. Durch die Umrechnung in die logarithmische Relativskala erhält man die Möglichkeit, die Schwellenwerte in Dezibel in einen direkten Bezug zur Empfindlichkeit zu setzen.

## **1.4 Entwicklung der Perimetrie**

Bereits in der griechischen Antike erlangte man erste Erkenntnisse über das Gesichtsfeld. Das Gesichtsfeld wurde schon 300 v. Chr. durch Euklid beschrieben, Ptolemäus maß dessen Ausdehnung und Hippokrates, Galen und Sokrates beschäftigten sich mit Ausfällen und Erkrankungen (Lachenmayr, 1988)<sup>6</sup>.

Durch Albrecht von Graefe wurde 1856 die klinische Perimetrie eingeführt (von Graefe, 1856)<sup>7</sup> und 1889 durch Bjerrum verfeinert und standardisiert. Hierbei konnten bereits verschiedene Arten der Gesichtsfeldausfälle unterschieden werden.

In diesen frühen Untersuchungen wurde zumeist nur die kinetische Perimetrie verwendet: Bei der sogenannten „Isopterenperimetrie“ werden die Grenzen des Gesichtsfeldes anhand von bewegten Lichtpunkten mit konstanter Leuchtdichte und Größe untersucht. Ein Stimulus wird meist von außen so lange in Richtung Zentrum bewegt, bis der das Zentrum fixierende Patient angibt, ihn zu sehen. Durch Testung verschiedener Vektoren mit dem gleichen Stimulus werden Orte mit gleicher LUE im Gesichtsfeld gesucht. Diese Orte gleicher Empfindlichkeit werden mit Linien

verbunden und nach Groenouw (1893) und Roenne (1920) Isopteren genannt (Gloor und Stürmer, 1993)<sup>1</sup>.

Diese Untersuchung kann mit immer schwächer werdenden Stimuli wiederholt werden, bis sich die Isopteren immer weiter der Fovea annähern. Die entstehende Struktur gleicht den Höhenlinien eines Berges auf einer Landkarte.

Im Gegensatz hierzu wird bei der statischen Perimetrie mit Hilfe von ortsgebundenen, festgelegten Reizen mit wechselnder Leuchtdichte die Lichtunterschiedsempfindlichkeit gemessen. Hierbei werden an jedem der zuvor ausgewählten und festgelegten Testorte automatisch Stimuli unterschiedlicher Leuchtdichte angeboten. Aus den Antworten wird die LUE des Patienten abgeschätzt. Die Einführung der statischen Perimetrie erfolgte 1939 durch Sloan und 1940 durch Harms (Aulhorn und Harms, 1972)<sup>8</sup>. Dadurch wurde die Grundlage zur Automatisierung von Gesichtsfelduntersuchungen durch die automatische Rasterperimetrie gelegt.

Die Entwicklung perimetrischer Apparate lässt sich in drei Grundtypen untergliedern (Lachenmayr und Vivell, 1992)<sup>4</sup>: Zunächst das Kampimeter, welches die Testobjekte auf einer flachen Ebene darstellt und die Perimetrie bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts dominierte. Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelten Aubert und Foster das Bogenperimeter mit Darbietung der Testobjekte auf einem Halbkreisbogen, der durch die Fixierebene geschwenkt wird. Der Durchbruch gelang aber erst 1945, als Goldmann das erste Halbkugelperimeter entwickelte. Durch konstante Adaptationsbedingungen wurde erstmals eine zuverlässige Messung möglich und somit ein auch heute noch verwendeter internationaler Standard geschaffen.

Mit der Weiterentwicklung von Computertechnik und Elektronik konnte nach und nach der gesamte Untersuchungsablauf der Perimetrie automatisiert werden. Das von Fankhauser und Spahr 1975 entwickelte vollautomatische Perimeter (Fankhauser et al., 1977)<sup>9</sup> versuchte als erstes neben einer Unabhängigkeit vom Untersucher auch Standardisierung und Reproduzierbarkeit zu verbessern. Eine exaktere Verlaufskontrolle wurde somit ermöglicht. Schlechte Ergebnisse waren nun zumeist auf die mangelhafte Aufmerksamkeit und Vigilanz der Patienten zurückzuführen.

Abhängig von klinischer Fragestellung und Krankheit steht heute eine große Zahl von Rastern, Untersuchungsprogrammen und Strategien zur Wahl.

Zu einer der bekanntesten Methoden zählt die sogenannte 4/2-Eingabelungsstrategie, welche von Spahr am Octopus System entwickelt wurde (Spahr 1975, Bebie et al.,

1976)<sup>10,11</sup>. Sie hat sich als äußerst zuverlässig und genau erwiesen. (Bebie et al., 1976; Johnson et al., 1992)<sup>11,12</sup>.

In dieser Studie wird neben der der 4/2-Eingabelungsstrategie analogen schnellen Schwellen Strategie die CLIP Strategie getestet.

„Continuous Light Increment Perimetrie“ wurde von der Firma Oculus (Wetzlar, Deutschland) für das Twinfield Perimeter entwickelt. In Studien von Wabbels und Kolling 2000, Wabbels et al. 2001, Wabbels et al. 2005, Wabbels und Wilscher 2005<sup>13-16</sup> hat CLIP bei Untersuchungen mit Normalpersonen und Glaukompatienten bereits gute Ergebnisse erzielen können.

### **1.5 Entwicklung neuer Teststrategien bei Erwachsenen**

In neuerer Zeit wurde versucht, die Untersuchungsstrategien der statischen Untersuchung zu optimieren. Die von Spahr am Octopus-System entwickelte 4/2-Eingabelungsstrategie (siehe 1.4) hat den großen Nachteil eines relativ hohen Zeitaufwands. Diesen Schwachpunkt versuchte man durch Entwicklung neuer Strategien zu verbessern. Hierzu wurde eine Vielzahl von Untersuchungsmethoden entwickelt.

In den letzten Jahren kamen immer wieder Neuentwicklungen auf den Markt, die sich mit der Eingabelungsstrategie vergleichen lassen mussten. Neben der in dieser Studie verwendeten CLIP-Strategie sind in den letzten Jahren noch weitere Messmethoden mit der Intention, die Untersuchungszeit zu verkürzen, entwickelt worden.

Die dynamische Strategie (DSE) von Weber (1990)<sup>17</sup> passt die Abstufung der Helligkeitsveränderung an die zu erwartende Schwelle an und verwendet eine einfache Schwellenüberschreitung. Die Schrittweite nimmt mit der Defekttiefe zu, wobei der Variationsbereich zwischen 2 und 10 dB liegt.

Von der Firma Humphrey (Dublin, USA) wurde die FASTPAC Strategie entwickelt. Sie arbeitet mit 3 dB Schritten und einer einfachen Überschreitung der Wahrnehmungsschwelle (Flanagan et al, 1993)<sup>18</sup>.

Die Swedish Interactive Threshold Algorithm (SITA) Strategie wurde von Bengtsson et al. (1997)<sup>19</sup> begründet. Auch sie ist für das Humphrey Perimeter entwickelt und macht sich die Ortsabhängigkeit der Schwellenwerte zwischen benachbarten Netzhautbezirken zunutze.

Gonzales de la Rosa et al. (1998)<sup>20</sup> entwickelte Tendency-Orientated Perimetry (TOP) für das Octopus-Perimeter (Interzaeg AG, Schlieren-Zürich, Schweiz).

Hierbei wird jeder Rasterpunkt nur einmal überprüft und die Ortsabhängigkeit zwischen den Schwellenwerten benachbarter Netzhautareale zur Schwellenwertbestimmung genutzt. Dies wird mit Hilfe eines mathematischen Algorithmus zur Schwellenermittlung unter Verwendung von vier ineinander verknüpften Rastern erreicht.

Auch halbautomatische Verfahren wurden geprüft.

Nowomiejska et al. zeigten 2005<sup>21</sup> im Vergleich von halbautomatischer kinetischer Perimetrie (SKP) und manueller kinetischer Perimetrie (MKP) ähnliche Ergebnisse bei beiden Methoden. Tendenziell waren die Gesichtsfelder bei der automatischen Testung größer. Dies wurde durch die konstante Testgeschwindigkeit und den Wegfall der Untersucherreaktionszeit erklärt. Ein signifikanter Unterschied der Testdauer zeigte sich hier nicht.

Der Vergleich von SKP und automatischer statischer Perimetrie (ASP) am Octopus 101 Perimeter wurde von Nevalainen et al. 2008<sup>22</sup> anhand von Glaukompatienten mit Gesichtsfelddefekten untersucht. Die Ergebnisse mit SKP waren besser reproduzierbar und diese Methode wurde von 60% der Patienten bevorzugt. Die Gesichtsfelddefekte differierten in den beiden Untersuchungen nicht. Die Untersuchungszeit war für ASP etwas kürzer.

## **1.6 Perimetrie bei Kindern**

Die Untersuchung des kindlichen Gesichtsfeldes stellt andere Erfordernisse an Gerät, Untersucher und Strategie, als dies bei erwachsenen Probanden der Fall ist. Den jungen Patienten ist es oft nicht möglich, sich länger als wenige Minuten zu konzentrieren. Auch ist es oft schwierig, sie hierzu zu motivieren.

CLIP ist von der Firma Oculus für das Twinfield Perimeter entwickelt worden. Eine kontinuierliche Zunahme der Leuchtdichte bis zur Wahrnehmung des Stimulus wird eingesetzt, um die Schwelle möglichst exakt abzuschätzen und gleichzeitig Untersuchungszeit einzusparen. Bei Kindern wurde die Strategie mit gutem Erfolg von Wabbels und Wilscher 2005<sup>16</sup> eingesetzt.

Der Einsatzbereich der Perimetrie reicht vom Ausschluss von Krankheiten, Diagnostik und Verlaufskontrollen bis zur Untersuchung der Reifung und Entwicklung des visuellen Systems.

Der Einfluss des Alters auf die retinale Sensitivität bei Erwachsenen wurde bereits im frühen letzten Jahrhundert von verschiedenen Gruppen untersucht (Peter, 1929; Goldmann, 1945; Mann and Sharpley, 1947; Verriest and Israel, 1965)<sup>23-26</sup>. Die Resultate zeigten eine Verschlechterung mit steigendem Alter, welche sich als Visuseinschränkung und in der statischen Perimetrie als gesteigerte Schwellenwerte in der Peripherie darstellten.

Keine dieser Studien beschäftigte sich aber mit unter 20jährigen Probanden, so dass kein komplettes Bild über die Entwicklung der visuellen Funktion über das gesamte Lebensalter gegeben werden kann.

Lakowski und Aspinall unternahmen 1969<sup>27</sup> erstmals den Versuch, Veränderungen der retinalen Sensitivität bei jüngeren Personen zu verfolgen. Die Ergebnisse der 6-11 Jährigen verglichen sie mit denen Erwachsener, um so Bezüge hinsichtlich der Altersabhängigkeit herzustellen. Sie beschrieben eine Zunahme der Sensitivität bis zum ca. 15. Lebensjahr.

Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse von kindlicher Perimetrie wurde von Liao 1973<sup>28</sup> an einem größeren Patientenkollektiv geprüft. Er untersuchte 356 Kinder zwischen 6 und 12 Jahren mit statischer und kinetischer Perimetrie. Die Daten waren gut reproduzierbar und zeigten altersabhängige Veränderungen im Gesichtsfeld. Mit steigendem Alter waren die gemessenen Isopteren größer und die retinale Sensitivität stieg an.

Cummings et al. führten 1988<sup>29</sup> kinetische Untersuchungen am Goldmann (Haag-Streit, Köniz, Schweiz) und LED Perimeter (experimenteller Aufbau) an zwei- bis fünfjährigen Kindern durch. Die Ausdehnung der mit dem LED Perimeter gemessenen Gesichtsfelder der Kinder waren nicht signifikant kleiner als die der erwachsenen Kontrollgruppe. Bei einigen neuro-ophthalmologischen Patienten wurden die an beiden Apparaten gemessenen Gesichtsfelder verglichen. Ein signifikanter Unterschied war nicht nachweisbar.

Quinn et al. (1991)<sup>30</sup> untersuchten bei 56 vier- bis zehnjährigen Kindern im Vergleich mit zwölf Erwachsenen die Gesichtsfeldausdehnung am Double Arc Perimeter (entwickelt von van Hof-van Duin) im Vergleich mit dem klassischen Goldmann Perimeter (Haag-Streit, Köniz, Schweiz). Am Double Arc wurden die 2° und 6° Marken benutzt, am Goldmann die V<sub>4</sub> Marke. An jeweils vier Meridianen wurden je drei Tests durchgeführt. Sie fanden eine Vergrößerung des Gesichtsfeldes mit zunehmendem Alter.

Wilson et al. (1991)<sup>31</sup> schufen Normalwerte anhand von Untersuchungen von 84 Kindern (vier bis zwölf Jahre) und 21 Erwachsenen am Double Arc Perimeter (experimenteller Aufbau, 4-Arm Perimeter, 110° Exzentrizität). Auch hier zeigte sich eine Altersabhängigkeit.

Mit der Durchführbarkeit einer perimetrischen Untersuchung bei Kindern (5-8 Jahre) in der Klinik (Octopus Perimeter) beschäftigten sich Safran et al. (1996)<sup>32</sup>. Die Kinder wurden in einer vorgeschalteten Trainingsphase mit dem Gerät und der Untersuchung vertraut gemacht. Danach war es den meisten Kindern möglich, die Untersuchung durchzuführen.

Die Untersuchungen von Tschopp et al. 1998<sup>33,34</sup> und 1999<sup>35</sup> zeigten wenig Probleme in der Durchführung der statischen Perimetrie bei Kindern ab einem Alter von fünf Jahren. Die Kinder durchliefen allerdings einen zeitaufwändigen Trainingsprozess und mussten mehrmals an verschiedenen Tagen zu Untersuchungen erscheinen.

Insgesamt wurde in den wenigen veröffentlichten Studien keine einheitliche Untersuchungstechnik benützt. Problematisch erscheint vor allem die Untersuchung in einer relativ kurzen Zeitspanne, die auch eine Integration in einen normalen Klinikbetrieb erlauben würde. Bei mehrmaligem Training und Kontrollen an mehreren Tagen zeigt sich eine gute Reproduzierbarkeit. Dies weist auch auf die wahrscheinlich teilweise unterschätzte Besonderheit der Untersuchung von Kindern hin. Deutlich wird, dass Kinder eine besondere Betreuung benötigen, und nicht analog zu Erwachsenen ein teilweise zeitaufwendiges Testprogramm durchlaufen können.

Um die Untersuchung von Kindern zu optimieren, wurden verschiedene neue Strategien entwickelt bzw. schon existente Methoden angepasst.

Eine der bekanntesten Methoden ist die 4/2-Eingabelungsstrategie, die von Spahr am Octopus-System entwickelt wurde (siehe 1.4). Der große Nachteil dieser Strategie besteht im relativ hohen Zeitaufwand. Bei einer Prüfung von 55 Testpunkten wurde die mittlere Testdauer in der Studie von Wabbels et al. 2001<sup>15</sup> mit knapp neun Minuten angegeben. Solch lange Untersuchungszeiten führen besonders bei Kindern zu Problemen. Diesen Schwachpunkt versuchte man durch Entwicklung neuer Strategien zu verbessern.

Neben der in dieser Studie verwendeten CLIP-Strategie (Wabbels und Kolling,<sup>36</sup> Wabbels et al., 2001<sup>14</sup>, 2005<sup>15</sup>, Wabbels und Wilscher 2005<sup>16</sup>) sind in den

letzten Jahren noch weitere Messmethoden mit der Intention, die Untersuchungszeit zu verkürzen, entwickelt worden (siehe 1.5).

Den Versuch, die Strategien an einem kindlichen Kollektiv zu testen, machten Donahue und Porter 2001<sup>37</sup> mit SITA bei 68 Kindern (jünger als 17 Jahre). Die SITA Strategie wurde mit FTT (full threshold testing) verglichen und erzielte bei reduzierter Untersuchungszeit vergleichbare Ergebnisse. Die SITA Strategie wurde für der Humphrey Perimeter entwickelt und nutzt die Ortsabhängigkeit zwischen den Schwellenwerten benachbarter Netzhautbezirke. Die Prüfpunkte sind in Clustern angeordnet, welche den anatomischen Nervenfaserverlauf entsprechen. Normale Gesichtsfelder sind im Programm gespeichert und werden als Ausgangswerte benutzt und während der Untersuchung den Empfindlichkeitswerten des Patienten angepasst. Bei der FTT Methode wird pro Quadrant eine Schwellenwertsbestimmung durchgeführt. Dieser Wert wird als Ausgangspunkt für die Testorte in diesem Quadranten benutzt. Vom diesem aus wird die Intensität an jedem Punkt bis unter die Schwelle verringert und danach wieder erhöht um einen exakten Wert zu ermitteln.

Morales und Brown (2001)<sup>38</sup> erprobten die TOP-32 Strategie an einem Kollektiv von 50 Kindern zwischen sechs und zwölf Jahren. Bei dieser Methode wird jeder Punkt nur einmal geprüft und dabei die Ortsabhängigkeit benachbarter Netzhautareale zur Schwellenwertsbestimmung genutzt. Dies wird unter Hilfe eines mathematischen Algorithmus zur Schwellenermittlung benutzt. Die Ergebnisse waren mit steigendem Alter gut reproduzierbar.

Insgesamt stellt der Bezug auf Normalwerte ein Problem dar. Nur wenige Studien beziehen sich auf spezifische Werte für Kinder. Neben der Studie von Wilson et al. (siehe 1.6) (1991)<sup>31</sup> haben Myers et al. (1999)<sup>39</sup>, Tomonaga (1974)<sup>40</sup>, Quinn et al. (1991)<sup>30</sup> und Liao (1973)<sup>28</sup> Daten publiziert, die als Normwerte für kinetische Untersuchungen bei Kindern genutzt werden können.

## **1.7 Ziel dieser Studie**

Eine Gesichtsfelduntersuchung bei Kindern stellt immer noch eine Herausforderung dar. Besonders, da man sich mit Problemen wie schnelle Ermüdung, leichte Ablenkbarkeit und mangelndem Verständnis beschäftigen muss. Außerdem besteht seitens der Untersucher oft eine Unsicherheit über die Auswahl der Methode und Untersuchungsart.

Ziel dieser Studie war zum einen, die Durchführbarkeit einer solchen Untersuchung im klinischen Alltag zu testen, und zum andern die Ergebnisse mit verschiedenen Strategien zu prüfen.

Daraus sollte abgeleitet werden, ob eine in einem klinischen Umfeld durchgeführte Gesichtsfelduntersuchung verwertbare Ergebnisse liefert und welche besonderen Voraussetzungen hierfür eventuell benötigt werden.

Bei der statischen Perimetrie wurden zwei unterschiedliche Strategien verglichen. Zum einen die CLIP Strategie, die gute Ergebnisse bei gesunden Erwachsenen und Glaukompatienten zeigt (Wabbels und Kolling, 2000; Wabbels et al., 2001; Wabbels et al., 2005, Wabbels und Wilscher 2005)<sup>14-16,36</sup>. Vor allem konnte hier eine Reduktion der Untersuchungszeit erreicht werden, was sich bei der Untersuchung von Kindern als sehr vorteilhaft erweisen sollte. Zum Vergleich wurde die Schnelle Schwelle Strategie herangezogen. Bei der Schnellen Schwellen Strategie werden die Resultate der Nachbarpunkte bei der Schwellenermittlung miteinbezogen.

Die Bewertung der Ergebnisse sollte nicht nur im Bezug auf Fehlerzahlen und Werte, sondern im Besonderen auch auf Testdauer und Akzeptanz seitens der Kinder erfolgen.

Für die Untersuchung der kinetischen Perimetrie wurde analog zur traditionellen Goldmann-Untersuchung mit vier unterschiedlichen Marken auf je 12 Meridianen in jeweils 30° Abstand getestet. Wenn möglich, sollte diese Untersuchung in einer Kurzform (4 Marken auf je 6 Meridianen) am Ende der Test wiederholt werden. Auch hier waren neben den Ergebnissen Dauer, Durchführbarkeit sowie Reproduzierbarkeit von besonderem Interesse.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Versuchspersonen**

#### **2.1.1 Auswahl der Versuchspersonen, Vorerkrankungen**

Für diese Studie wurden im Zeitraum von Juni 2003 bis Juli 2004 insgesamt 56 Kindern im Alter von 5 bis 14 Jahren untersucht. 50 Kinder konnten in die Studie eingeschlossen werden.

Achtunddreißig der untersuchten Kinder waren reguläre Patienten der kinderophthalmologischen Ambulanz des Universitätsklinikums Regensburg oder wurden im Rahmen eines stationären Aufenthaltes an der Klinik untersucht. Zwölf Kinder wurden auf Einladung der Untersucherin speziell einbestellt.

Von den 50 Kindern hatten acht eine unilaterale okuläre Pathologie wie ein vorausgegangenes Trauma oder einen Bindehautnävus. Bei ihnen wurde das gesunde Auge untersucht. Dreizehn der Probanden waren augengesund (bis auf Refraktionsanomalien), zwölf hiervon waren Freunde und Bekannte der Untersucherin bzw. deren Kinder sowie Kinder und Angehörige von Mitarbeitern der Universitäts-Augenklinik Regensburg, die speziell einbestellt wurden. Bei ihnen wurde ein Auge nach dem Zufallsprinzip zur Untersuchung ausgewählt.

Diese beiden Gruppen wurden zur Gruppe N (Normal) zusammengefasst, die insgesamt 21 Kinder umfasste.

Die Gruppe S (Strabismus) bestand aus 29 Kindern mit Strabismus. Bei einseitigem Schielen wurde das nicht schielende Auge untersucht, bei alternierendem Schielen jenes mit dem besseren Visus, bzw. bei gleichem Visus wurde zufällig ein Auge ausgewählt.

#### **2.1.2 Untersuchungen**

Zunächst wurde eine orientierende allgemeine und ophthalmologische Anamnese einschließlich Erfragung von Medikamenteneinnahmen erhoben.

Im Anschluss wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Fernvisus mit Lea Karten bei Vorschulkindern, bzw. Zahlen bei Schulkindern
- Nahvisus mit Sehprobetafeln mit Landoltringen bzw. Lesetexte
- Räumliches Sehvermögen (Stereotest nach Lang I)

Bei den Kindern der Gruppe S wurde zusätzlich eine vollständige orthoptische Untersuchung durchgeführt, die folgende Untersuchungen einschloss:

- Untersuchung der Augenstellung mittels einseitigem und alternierenden Covertest und nach Hornhautreflexbildern (Brücknertest, Hirschbergtest)
- Untersuchung auf afferente und efferente Pupillenstörungen
- Augenmotilitätsprüfung

Im Anschluss an die perimetrischen Untersuchungen fand bei allen Kindern eine Spaltlampenuntersuchung statt. Des Weiteren wurde bei den Patienten in Mydriasis eine objektive Refraktionsmessung mit Skiaskopie oder Refraktometer durchgeführt.

### **2.1.3 Einschlusskriterien**

Die Einschlusskriterien für beide Gruppen waren ein Fernvisus von mindestens 0,8 und ein maximaler sphärische Refraktionsfehler von  $-3$  bis  $+4,5$  Dioptrien (D) auf dem untersuchten Auge. Die zylindrische Komponente durfte 2 D nicht übersteigen. Ein Refraktionsausgleich fand nicht statt.

Die Kinder im Schulalter besuchten alle Regelschulen, Kinder mit bekannten Aufmerksamkeitsstörungen und Verhaltensproblemen wurden von der Studie ausgeschlossen.

Die Eltern oder die Begleitperson der Kinder wurden über die Studie im Voraus aufgeklärt und gaben ihr Einverständnis.

## **2.2 Twinfield Perimeter**

Die Untersuchungseinheit des Twinfield-Perimeters, (Firma Oculus, Wetzlar) setzt sich aus einer elektronischen Steuerungseinheit und einem Halbkugelperimeter mit Rückflächenprojektion zusammen. (Abb. 1) An das Perimeter ist ein Personalcomputer angeschlossen, über den die Steuerung vollzogen wird.



Abb 1: Twinfield Perimeter der Firma Oculus mit Steuerungseinheit und Drucker

### **2.2.1 Steuerungseinheit**

Die Steuereinheit besteht aus einem Personalcomputer (750 MHz, Pentium III, 128 MB RAM Festplatte mit 20 GB Speicherkapazität) mit 15'' Flatscreenbildschirm, 3 1/2 '' Diskettenlaufwerk, DVD Laufwerk, Tastatur und Maus. An den Personalcomputer ist ein Canon Tintenstrahldrucker (DIC 2100) angeschlossen.

### **2.2.2 Halbkugelperimeter**

Das Twinfield ist ein Kuppelperimeter mit einer neuen Technik zur Stimuluspräsentation. Ein mit Leuchtdioden ausgestatteter, drehbar gelagerter Arm projiziert die Stimuli von hinten auf die Rückfläche einer semitransparenten Halbkugel. Der Radius der Halbkugel beträgt 30 cm und wird homogen ausgeleuchtet. Die Umfeldleuchtdichte ist auf 10 cd/m<sup>2</sup> kalibriert.

Vier rote Fixationsmarken im Durchmesser von 1,5 mm werden in 1° Exzentrizität jeweils bei 0°, 90°, 180° und 270° mit einer Leuchtdichte von 80 cd/m<sup>2</sup> projiziert.

Ein CCD (charge coupled device) Kameramodul mit 6 mm Durchmesser befindet sich bei 25° Exzentrizität am 270° Meridian in der Projektionshalbkugel. Das

untersuchte Auge wird mit der Kamera aufgezeichnet und digital auf den PC-Monitor als Schwarzweißbild abgebildet.

Mit Hilfe dieses Bildes ist der Untersucher in der Lage, sowohl das Auge mit Hilfe eines eingeblendeten Fadenkreuzes optimal zu zentrieren als auch den Pupillendurchmesser zu bestimmen. Des Weiteren gestattet die Kamera dem Untersucher eine andauernde Beobachtung des Probanden und somit eine Einschätzung und Bewertung der Fixation.

Um den Probanden optimal zu positionieren, stehen verschiedene Hilfen zur Verfügung. Der gesamte Instrumententräger ist elektrisch mit einem Fußpedal höhenverstellbar und wird in eine dem Patienten angenehme Höhe gebracht. Für eine bessere Ausrichtung des Kopfes ist die Stirnstütze manuell vor und zurück bewegbar. Auch die Kinnstütze kann durch Anklicken des Patientenauges im Kamerabild mit der linken Maustaste automatisch in vertikaler und horizontaler Richtung bewegt werden. Somit ist ein Einstellen der Pupille in den Mittelpunkt des Fadenkreuzes möglich (s.o.).

Bei Bedarf kann eine Korrektur des Nahvisus bzw. Astigmatismus mit Schmalrandgläsern erfolgen, die in den Korrekturhalter eingesetzt werden. Für die Studie wurde dies aber nicht benötigt.

### **2.2.3 Ein- und Ausgabe**

Der Proband hat über die Handtaste Verbindung mit dem Perimeter. Wird ein Stimulus erkannt und die Handtaste vom Probanden gedrückt, ertönt ein akustisches Signal. Drückt der Patient diese Taste permanent, wird die Stimuluspräsentation nicht weitergeführt und die Untersuchung kann somit für eine kurze Zeit unterbrochen werden. Auch der Untersucher kann die Untersuchung durch Klicken der rechten Maustaste für eine Zeit unterbrechen und durch Klicken auf „Untersuchung fortsetzen“ wieder aufnehmen.

Diese beiden Möglichkeiten können benutzt werden, um eine Untersuchungspause zu erwirken.

Der Untersucher kann mit Hilfe von Maus und Tastatur mit dem Computer und dem Perimeter interagieren.

Die Ausgabe erfolgt zunächst auf dem Bildschirm. Zum Abspeichern der Ergebnisse stehen sowohl interne (Festplatte) als auch externe Medien (Diskette) zur Verfügung. Außerdem ist ein Ausdruck über den angeschlossenen Drucker möglich.

In der Untersuchungsdatei beziehungsweise dem Ausdruck der Ergebnisse sind folgende Daten enthalten:

- Patientendaten bestehend aus Name, Vorname, Geburtsdatum
- Untersuchungsdatum und Zeit
- Untersuchungsparameter wie untersuchtes Gebiet (Raster), Strategie, Stimulusart
- Untersuchungsdauer in Minuten
- Anzahl der dargebotenen Punkte
- Absolute Anzahl der angebotenen und falsch beantworteten Fangfragen und prozentualer Fehleranteil der Qualitätskontrollen
- Pupillendurchmesser in Millimeter

Für statische Tests:

- Am Prüfpunkt gemessener Schwellenwert in dB und als Graustufendarstellung
- MD (mean defect) engl. für mittleren Verlust in dB. Dieser ist der mittlere Verlust zwischen den alterskorrigierten Normalwerten und allen im entsprechenden Gesichtsfeld gemessenen Werten. Der Altersnormalwert für die mittlere Empfindlichkeit wird dahinter in Klammern angegeben. Der von der Firma hinterlegte Normwert basiert auf Untersuchungen an einem erwachsenen Patientenkollektiv (Alter 17-61 Jahre). Vom Programm wurden hieraus die vermuteten Werte für Kinder erhoben. Man ging von einer mit dem Alter abnehmenden Größe des Gesichtsfeldes aus.
- MS (mean sensitivity) engl. für mittlere Empfindlichkeit in dB. Ein Maß für die Empfindlichkeit im gesamten gemessenen Gesichtsfeld, das als Mittelwert der Sensitivitäten aller Lokalisationen berechnet wird (ohne blinden Fleck, mit Zentrum). Bei negativen MD ist die ermittelte Empfindlichkeit besser als der Altersnormwert.
- LV (loss variance) engl. für Varianzverlust. Der Wert gibt die Homogenität des Gesichtsfeldes an. Werte bis 25 liegen noch im Normalbereich und lassen auf keine größere Inhomogenität schließen.
- RF (reliability factor). Dieser setzt sich aus den Antworten auf die Qualitätskontrollen zusammen. Bei akzeptabler Mitarbeit wird ein Ergebnis zwischen 0,7 und 1 erwartet.

- kumulative Defektkurve
- Auffällige Punkte: In den graphischen Darstellungen sind jene Werte markiert, die in weniger als einem Prozent des Normalkollektivs auftreten.
- Korrigierte auffällige Punkte: Die gesamten Werte eines Untersuchten werden mit der generalisierten Abweichung angeglichen. Die weiter darstellbaren Abweichungen entsprechen lokalen Ausfällen.

Für kinetische Tests:

- Art der Untersuchung sowie Stimulusart und Fahrtgeschwindigkeit

Die Ergebnisse der Untersuchung wurden als Isopteren dargestellt

## **2.2.4 Komponentenauswahl**

Mit Hilfe des Programmmenüs können die gewünschten Untersuchungsparameter ausgewählt werden.

Zum einen die Untersuchungsmethode, kinetisch (automatisch oder manuell) oder statisch.

Bei der statischen Untersuchung werden verschiedene Strategien angeboten: Nach Klassen (überschwellige Tests), Schwellenstrategie (4/2 Eingabelungsstrategie), schnelle Schwelle oder CLIP.

Außerdem kann ein Prüfpunktraster bzw. ein Untersuchungsgebiet gewählt werden, hier hat man die Wahl zwischen unterschiedlichen voreingestellten Gebieten, Einzelpunkten und Sektoren. Dem Untersucher bietet sich auch die Möglichkeit, selbst Gebiete zu definieren.

Auch die Eigenschaft des Stimulus kann bezüglich Farbe (weiß, blau, rot), Helligkeit und Größe (Goldmann I und III), Darbietungszeit (0,2, 0,5, 0,8 sec) und Intervalldauer (0,6, 0,9 sec) verändert werden.

Die Leuchtdichteklasse ist manuell oder automatisch bestimmbar.

Bei der kinetischen Untersuchung kann der Untersucher zwischen automatischer und manueller Untersuchung wählen. Für die automatische kinetische Perimetrie stehen verschiedene Programme zur Verfügung, z.B. Goldmann, einzelne Isopteren oder auch benutzerdefinierte Programme, die vom Untersucher nach eigenen Vorstellungen gestaltet werden können. Ebenfall können die Stimuluseigenschaften

wie bei der statischen Untersuchung bezüglich Helligkeit, Größe und Farbe verändert werden.

## **2.3 Programm**

### **2.3.1 Qualitätskontrolle**

Zur Erfassung von Zuverlässigkeit und Glaubwürdigkeit der Ergebnisse bei der Bewertung eines Gesichtsfeldes werden bei den statischen Untersuchungen Qualitätskontrollen der Antworten durchgeführt.

Die Aufmerksamkeit und Kooperation des Patienten wird zum einen mit der visuellen Überwachung des Auges mit der Kamera getestet und bewertet. Zum anderen werden während der Untersuchung Prüfpunkte im Zentrum mit leichter Überschwelligkeit (8 dB) gegenüber der anfangs ermittelten zentralen Schwelle angeboten („Fixationskontrolle“). Wird der Punkt nicht erkannt, gilt die Antwort als falsch. Bei korrekter zentraler Fixation sollte die Kontrolle erkannt werden. Weicht allerdings die Fixation ab, kann der Punkt nicht erkannt werden. Die Anzahl der gestellten und tatsächlich erkannten zentralen Fixationspunkte wird absolut und im prozentualen Verhältnis wiedergegeben.

Normalerweise hört der Patient vor der Stimulusdarbietung ein Bewegungsgeräusch des Perimeters. In gewissen Abständen unterbleibt allerdings die gewohnte Stimulusdarbietung nach diesem Geräusch. Drückt der Patient nun trotzdem die Handtaste (als Zeichen einer Antwort) wird dies als eine sogenannte „Falsch-Positiv“ Antwort gewertet (Falsch-Positiv Kontrolle). Auch hier wird die Anzahl der gestellten Fangfragen und der falschen Antworten sowie ihr prozentuelles Verhältnis vermerkt.

## **2.4 Messstrategien für die statische Untersuchung**

### **2.4.1 Bestimmung der zentralen Schwelle und Ermittlung einer Leuchtdichteklasse**

Zunächst erfolgt am Twinfield-Perimeter ein Vortest zur Bestimmung des Schwellenwertes im Zentrum, wobei hierfür die Starthelligkeit aus altersentsprechenden Normalwerten gewählt wird.

Abhängig davon, ob der Patient den Startwert als gesehen angibt oder nicht, werden weitere Stimuli in Richtung auf- oder absteigender Helligkeit mit Schrittwerten von 4 dB bis zur Überschreitung der Wahrnehmungsschwelle dargeboten. Die geringste erkannte Leuchtdichte schätzt den gesuchten Schwellenwert. Sollten sich widersprüchliche Antworten ergeben, schlägt der Computer eine erneute Schwellenbestimmung vor. Auch der Untersucher kann bei augenscheinlichen Problemen oder rein zu Trainingszwecken die zentrale Schwelle erneut bestimmen lassen.

In Abhängigkeit von der gemessenen zentralen Schwelle wird eine geeignete Leuchtdichteklasse (LDK) für die Hauptuntersuchung ausgewählt:

<b>Gemessene Schwellenleuchtdichte im Zentrum (SZ)</b>	<b>LDK</b>
$38 < \text{SZ} > 30$	1
$30 \leq \text{SZ} > 25$	2
$25 \leq \text{SZ} > 20$	3
$20 \leq \text{SZ} > 15$	4
$15 \leq \text{SZ} > 10$	5
$10 \leq \text{SZ} > 0$	6

Aufgrund dieser Leuchtdichteklassen wird vom Gerät ein Gesichtsfeldhügel ermittelt, der umso tiefer liegt, je geringer die zentrale Empfindlichkeit ist. Die Schwellenleuchtdichte im Gesichtsfeldzentrum und die ausgewählte Leuchtdichteklasse ist zusammen mit dem Alter des Patienten zur Berechnung der Starthelligkeit der restlichen Prüfpunkte als individueller Ausgangswert des jeweiligen Patienten notwendig.

## 2.4.2 CLIP Strategie

Die Bestimmung der zentralen Schwelle und der Leuchtdichteklasse erfolgt wie in 2.4.1 erläutert. Neben der Bestimmung der zentralen Schwelle erfolgt auch die

Messung der Reaktionszeit im Zentrum, die für die Berechnung der Aufhellgeschwindigkeit wichtig ist.

Zur Ermittlung der Reaktionszeiten wird zu Beginn der eigentlichen Untersuchung an acht festgesetzten Prüfpunkten (zwei pro Quadrant) die Reaktionszeit gemessen.

Koordinaten:

Meridian [°]	Exzentrizität [°]
45	10
45	25
135	10
135	25
225	10
225	25
315	10
315	25

Zunächst werden die Punkte mit einer 5 dB höheren Helligkeit als die zu erwartende Schwelle dargeboten. Dabei wird die Reaktionszeit aufgezeichnet. Sollte der Punkt vom Patienten nicht erkannt werden, wird er mit maximaler Helligkeit (0 dB) geprüft. Kann er wiederum nicht erkannt werden, wird er von der Reaktionszeitmessung ausgeschlossen. Das Programm schließt an diesem Punkt auf ein absolutes Skotom und prüft dies während der späteren Hauptuntersuchung nicht erneut nach.

Nach Abschluss der Reaktionszeitmessungen liegen insgesamt neun Zeiten (zusammen mit der im Zentrum) vor, solange kein totaler Ausfall besteht. Durch Mittelung dieser Zeiten erhält man eine die spätere Leuchtdichtenabstufungsgeschwindigkeit bestimmende Zeit.

Die individuelle Reaktionszeit spielt bei dieser Untersuchungstechnik eine wichtige Rolle. Zum einen da die Helligkeit schneller erhöht wird, je schneller der Proband reagiert und zum anderen, da die Untersuchung insgesamt zügiger ablaufen kann.

### **Hauptuntersuchung:**

An den gewählten Rasterpunkten wird nun in randomisierter Reihenfolge der Schwellenwert geprüft.

Beginnend mit einer Stimulushelligkeit von 3 dB unterhalb der erwarteten Schwelle wird die Helligkeit kontinuierlich in 1 dB Schritten bis zu acht Mal erhöht. Wird der Stimulus auch danach noch nicht erkannt, erhöht sich die Leuchtdichte drei Mal in 2 dB Schritten, darauf folgend in 4 dB Schritten. Sollte kein absolutes Skotom

vorliegen, erhöht sich die Helligkeit solange, bis der Reiz vom Patienten erkannt wird. Die Helligkeitszunahme erfolgt je nach Schrittweite nach jeweils der mittleren Reaktionszeit. Somit ist die Geschwindigkeit der Untersuchung in Abhängigkeit von der Reaktionszeit, die zu Anfang bestimmt wurde, höher oder niedriger.

Erkennt der Proband den Stimulus und bestätigt dies durch Drücken der Handtaste, wird dadurch der Schwellenwert festgelegt und das Aufhellen des Punktes unterbrochen. Der letzte Messwert vor der Unterbrechung durch den Probanden, abhängig von der Schrittweite  $1/2/4$  dB höher, ist der Schwellenwert, der als Leuchtdichte am Monitor angezeigt wird.

Das Programm ermittelt den mittleren Wert pro Quadrant. Sollte ein Messwert außerhalb des Erwartungsbereichs liegen, wird er automatisch nachgetestet. Das heißt, sollte der Wert den mittleren Wert des Quadranten um 10 dB oder mehr unterschreiten, so wird automatisch genau ein mal nachgetestet.

### **2.4.3 Schnelle Schwellenstrategie**

Zunächst wird wie bei der CLIP Strategie die zentrale Schwelle gemessen und einer Leuchtdichteklasse zugeordnet.

Danach versucht das Programm bereits, bestimmte benachbarte Punkte zu finden. Liegen bereits getestete Punkte in der Umgebung des Punktes vor, folgt eine Stimulusdarbietung mit interpolierter Helligkeit aus den Nachbarschaftspunkten. Liegt kein benachbarter Punkt vor, beginnt die Stimulusdarbietung mit der der Klasse entsprechenden Helligkeit.

Wird der Punkt mit der Starthelligkeit erkannt, entspricht diese der unteren Einschachtelungsgrenze. Die obere entspricht nach Gerätevorgabe der aktuellen Helligkeit + 10 dB. Kann der Proband den Punkt mit der angenommenen Starthelligkeit nicht sehen, wird diese zur oberen Einschachtelungsgrenze und als untere Einschachtelungsgrenze wird 0 dB angenommen.

Im nächsten Schritt wird der Punkt mit dem Mittelwert aus oberer und unterer Grenze dargeboten. Wird der Punkt erkannt, ist die aktuelle Helligkeit als (neue) untere Einschachtelungsgrenze anzunehmen. Wird dagegen der Punkt nicht erkannt, ist die aktuelle Helligkeit die (neue) obere Einschachtelungsgrenze. Danach wird der Stimulus erneut mit dem Mittelwert aus den beiden Grenzen dargeboten, solange, bis die obere abzüglich der unteren Grenze kleiner oder gleich 2 dB entspricht. Als Schwellenwert wird der aktuelle Mittelwert der beiden Grenzen eingetragen.

## 2.5 Kinetische Untersuchung

Die kinetische Untersuchung wurde nach dem Goldmann-Standard durchgeführt. Es wurde immer die Einstellung „e“ verwendet.

Die Hintergrundhelligkeit war auf 10 cd/m<sup>2</sup>, die Fahrtgeschwindigkeit auf 2°/sec eingestellt.

Es wurden analog zur klassischen Goldmannuntersuchung folgende zwölf Meridiane geprüft: 2°, 32°, 62°, 92°, 122°, 152°, 182°, 212°, 242°, 272°, 302°, 332°.

Diese wurden jeweils mit vier Marken definierter Helligkeit und Punktgröße geprüft. Die zwölf Punkte der gleichen Helligkeit und Punktgröße wurden dann auf dem Rechner und Ausdruck als Isoptere ausgegeben.

Die hier verwendeten Prüfmarken waren:

Helligkeit [in dB]	Punktgröße I (0,25 mm <sup>2</sup> )	Punktgröße III (4 mm <sup>2</sup> )
0	<b>I<sub>4</sub></b>	<b>III<sub>4</sub></b>
10	<b>I<sub>2</sub></b>	
15	<b>I<sub>1</sub></b>	

Anschließend wurde bei denjenigen Kindern, die dazu in der Lage waren, eine Nachtestung durchgeführt, bei der jeder zweite Meridian analog zu den oben genannten untersucht wurde. (2°, 62°, 122°, 182°, 242°, 302°) („Goldmann kurz“).

## 2.6 Aufbau der Studie

### 2.6.1 Untersuchungsvorgang

#### 2.6.1.1 Untersuchungsvorbereitungen

Nach Abschluss der ophthalmologischen Untersuchungen wurde der Proband in das halb abgedunkelte Perimetriezimmer gebracht. Nach Erklärung des Gerätes, insbesondere des Druckknopfes zur Antworteingabe und der durchzuführenden Untersuchungen, erfolgte zunächst das Einstellen der Sitzhöhe und des Instrumententrägers. Gegebenenfalls wurde die Sitzhöhe des Kindes mit Kissen oder Decken auf die ideale Höhe gebracht. Dann wurde das nicht untersuchte Auge mit Hilfe eines semitransparenten Okkluders abgedeckt und der Patient gebeten, sein

Kinn in die entsprechende Mulde der Kinnstütze aufzusetzen (bei zu untersuchendem rechten Auge in die linke und umgekehrt). Die Stirn wurde an die Stütze angelegt und gegebenenfalls die Position optimiert. Dabei wurde erneut darauf geachtet, dass das Kind eine angenehme und komfortable Sitzposition hat.

Der Untersucher erklärte den Patienten anschließend die Qualitätskontrollen (2.3.1.) und erläuterte auch die akustischen Signale, die das Perimeter beim Einstellen einer neuen Punktlokalisation macht, die aber nicht als Aufforderung zum Drücken der Knopftaste verstanden werden sollen, da auch Darstellungen ohne Signal vorkommen und Signale ohne Punktdarstellung. Des Weiteren wurde der Proband gebeten, den schwarzen Punkt in der Mitte zwischen den vier Fixationsmarken zu fixieren.

#### **2.6.1.2 Programmauswahl, Eingabe, Voruntersuchungen und Start (setup)**

Nach Eingabe der Patientendaten erfolgte die Komponentenauswahl (siehe 2.2.4) und der Untersucher zentriert das Patientenauge mit Hilfe des am Monitor dargestellten Bildes. War dies geschehen, wurde die Pupillenweite ermittelt und das Programm (siehe 2.4) gestartet. Nach einigen Probepunkten begann die Untersuchung.

#### **2.6.1.3 Übersicht/Kontrolle des Untersuchers während der laufenden Untersuchung**

Während der Untersuchung wurde die Fixation vom Untersucher subjektiv anhand der Kamerabilder beobachtet und bewertet.

Prozentuale Fehlerzahlen der beiden objektiven Qualitätskontrollen (2.3.1), die Anzahl der bereits erfolgten Stimulusdarbietungen, die Anzahl der noch ausstehenden Prüfpunkte sowie die bisherige Untersuchungsdauer ließen sich mitverfolgen. Zur Kontrolle des Testablaufs leuchtete auf dem Bildschirm zunächst der Ort des gerade getesteten Punktes auf und später erschien der ermittelte Schwellenwert. Der Patient konnte zu besserer Fixation aufgefordert oder die Einstellung der Augenzentrierung verbessert werden.

Das Ende der Untersuchung wird durch ein akustisches Signal verdeutlicht.

Gegebenenfalls kann eine Nachtestung stark abweichender Werte durchgeführt werden.

### 2.6.1.4 Pause/Abbruch

Zwischen den Messungen wurde den Kindern angeboten, eine Pause einzulegen. Während dieser Zeit war es den Kindern auch erlaubt, aufzustehen und herumzulaufen. Wenn die Probanden bereit waren, wurde die Untersuchung fortgesetzt. Die Untersuchungen wurden alle am gleichen Tag durchgeführt.

Wenn die Kinder erschöpft und auch nach einer Pause nicht in der Lage waren, die Untersuchungen fortzusetzen, wurden diese abgebrochen.

Auch bei offensichtlichen Konzentrationsproblemen und mangelnder Aufmerksamkeit wurde die Untersuchung beendet, sofern die Kinder nicht mehr zu motivieren waren.

### 2.6.2 Kinetische Untersuchung (nach Goldmann)

Als erste Untersuchung wurde eine automatische kinetische Perimetrie nach Goldmann durchgeführt.

Beginnend mit den Punkten der III<sub>4</sub> Isoptere wurden jeweils die zwölf Prüfmeridiane in randomisierter Reihenfolge getestet, danach folgend die kleineren und dunkleren Punkte I<sub>4</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>1</sub>. Jeweils wurden immer erst die zwölf Punkte einer Helligkeit bzw. Punktgröße abgeprüft bis mit der nächstkleineren bzw. nächstdunkleren begonnen wurde. Die Testgeschwindigkeit betrug 2°/sec.

Das Programm erstellte basierend auf Normalwerten eine Vorschau für die kinetische Untersuchung. Die vom Programm angenommenen Normalwerte, also die erwartete Exzentrizität an den jeweiligen Meridianen für die einzelnen Isopteren waren folgende:

	III <sub>4</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>
<b>Meridian [°]</b>	<b>Exzentrizität [°]</b>			
2	70	70	60	34
32	70	70	50	32
62	65	63	37	30
92	55	53	32	26
122	55	53	36	24
152	60	58	44	30
182	57	58	44	32
212	54	53	45	32
242	61	55	46	28
272	70	65	47	30
302	70	70	52	34
332	70	70	58	36

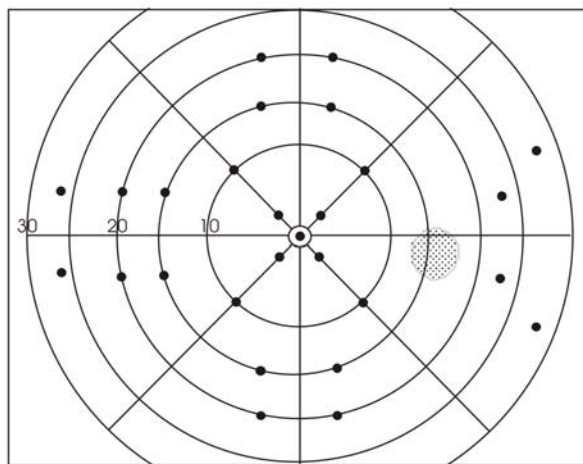
Die Untersuchung der einzelnen Meridiane begann wenn möglich allerdings nochmals  $5^\circ$  weiter außen. Da die maximal darstellbare Exzentrizität beim Twinfield Rechner zur Zeit der Untersuchung nur  $70^\circ$  betrug, konnten die Kurven diese auch nie überschreiten, selbst wenn der tatsächliche Wert wesentlich größer gewesen wäre. In der neueren Twinfield Version ist die maximal prüfbare Exzentrizität auf  $85^\circ$  vergrößert.

Waren nach Abschluss der Goldmann Untersuchung Ausreißer zu sehen, welche zum Beispiel auf mangelnde Aufmerksamkeit zurückzuführen waren, konnte der Untersucher die vom Computer angebotene Option des Nachtestens einsetzen. Dabei wurde vom Untersucher markiert, welche Meridiane welcher Helligkeit erneut getestet werden sollen und danach vom Computer nachgetestet. Nachtestungen wurden im Testprotokoll vermerkt.

### 2.6.3 Statische Untersuchung

Im Anschluss folgten die statischen Untersuchungen: Nach dem Zufallsprinzip begann die Untersuchung mit CLIP oder Schneller Schwelle.

Als Raster wurde Quick Screening gewählt, ein Raster im  $30^\circ$  Gebiet mit 27 Prüfpunkten (Abbildung 2).



*Abb. 2: Prüfpunktraster „Quickscreening“ eines rechten Auges mit 27 Prüfpunkten. Im Bereich des rechten oberen und unteren Quadranten ist der Bereich des blinden Flecks durch eine Grauschattierung dargestellt.*

*Ab Patient Nr. 16 wurden dem Raster noch zwei Punkt im Bereich des blinden Flecks hinzugefügt, um so eine zusätzliche Kontrolle der zentralen Fixation zu erhalten.*

Dieses Raster wurde je zweimal mit den beiden Strategien CLIP und Schnelle Schwelle geprüft.

Für die Untersuchungen mit der Schnellen Schwelle und der CLIP Strategie galten die folgenden Einstellungen: Stimulusgröße III, Farbe weiß, Darbietungszeit 0,2 sec, Intervallzeit 0,6 sec.

#### **2.6.4 Kinetische Untersuchung 2 (Goldmann kurz)**

Zuletzt wurden die Kinder erneut kinetisch untersucht. Es wurden die Meridiane 2°, 62°, 122°, 182°, 242°, 302° mit den Stimuli III<sub>4</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>1</sub> geprüft. Die Testgeschwindigkeit betrug 2°/sec. Die Untersuchung lief analog zur klassischen Goldmann-Untersuchung ab (siehe 2.6.2).

#### **2.6.5 Evaluation der Untersuchung**

Während den Untersuchungen und danach wurden die Kinder von dem Untersucher befragt. Sie sollen ihre Meinung zu den verschiedenen Messstrategien und Untersuchungen abgeben.

Die Kinder sollten folgende Fragen beantworten:

- Wie schwierig war die Untersuchung für dich?
- Wie anstrengend war die Untersuchung für dich?

Dies wurde in Form von Schulnoten durch die Probanden evaluiert und durch den Untersucher dokumentiert.

Für die Schwierigkeit: 1 sehr leicht, 2 leicht, 3 mittel, 4 relativ schwierig, 5 sehr schwierig, 6 nicht möglich.

Für die Anstrengung: 1 nicht, 2 etwas, 3 mittel, 4 relativ anstrengend, 5 sehr anstrengend, 6 nicht möglich.

Am Schluss der Untersuchung wurden die Kinder nach ihrer Lieblingsuntersuchung befragt.

Im Verlauf der Perimetrie wurde vom Untersucher die Mitarbeit und Fixation des Kindes bewertet. Die Dokumentation erfolge ebenfalls nach Schulnoten: 1 sehr gut, 2 gut, 3 befriedigend, 4 ausreichend, 5 mangelhaft, 6 ungenügend.

### **2.6.6 Ausschlusskriterien**

Als verlässlich wurden die Untersuchungen gewertet, deren Fixationsfehler kleiner als 25% und deren Antwortkontrollen größer als 66% waren.

Die Zahl der Testpunkte (ohne die foveale Lokalisation), deren abweichender Wert in der Normalbevölkerung zu weniger als 1% auftritt, wurde gezählt und ausgewertet. Dies wurde sowohl für die Abweichung von der Alternorm als auch für die korrigierte Abweichung (angeglichen an eine generalisierte Abweichung) durchgeführt.

### **2.6.7 Statistische Auswertung**

Folgende Werte standen zur statistischen Auswertung zur Verfügung:

- Empfindlichkeit am jeweiligen Rasterpunkt bei statischer Untersuchung, Exzentrizität auf dem jeweiligen Meridian bei kinetischer Untersuchung
- Untersuchungsdauer
- Anzahl der Darbietungen und Fehlerzahl bei den Qualitätskontrollen (nur bei statischer Untersuchung) sowie Anzahl der Abweichungen
- Gesamtanzahl der Stimulusdarbietungen
- Bei der statischen Untersuchung: Mittlere Empfindlichkeit (MS) im gemessenen Gesichtsfeld, mittlerer Empfindlichkeitsverlust (MD) als Vergleich mit altersadaptierten Normalwerten, Verlustvarianz (LV), Reliabilitätsfaktor (RF)
- Zur besseren Auswertung der kinetischen Daten wurden die einzelnen Exzentrizitäten auf den Meridianen graphisch verbunden und die entstehende Fläche der Messungen einer Isoptere errechnet.
- Bewertungen der Leistung des Patienten durch den Untersucher
- Bewertungen der Untersuchung durch die Kinder
- Pupillenweite sowie Differenz der Pupillenweite vor und nach der Untersuchung

Um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen, wurden die Untersuchungen der linken Augen in das Format der rechten Augen gespiegelt.

Für die Berechnungen, statistische Auswertung, Tabellen und Graphiken wurden die Programme Statistica, Excel und Word benutzt. Die verwendeten Tests sind direkt im Ergebnisteil aufgeführt.

Im Programm Statistica wurden für Normalverteilte Werte der t-Test, für nicht Normalverteilte der Wilcoxon-signed rank Test und der Spearman-Koeffizient zum Einsatz gebracht. Die Normalverteilung wurde mit dem Kolmogorov Smirnov Test geprüft.

Für alle Tests wurde ein Signifikanzniveau von 5% gewählt. Die entsprechenden p-Werte sind bei bestehender Signifikanz zur Veranschaulichung mit aufgeführt. Bei Vergleich von mehreren Einzelpunkten wurde das Signifikanzniveau angepasst (multiples Testen).

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Versuchspersonen**

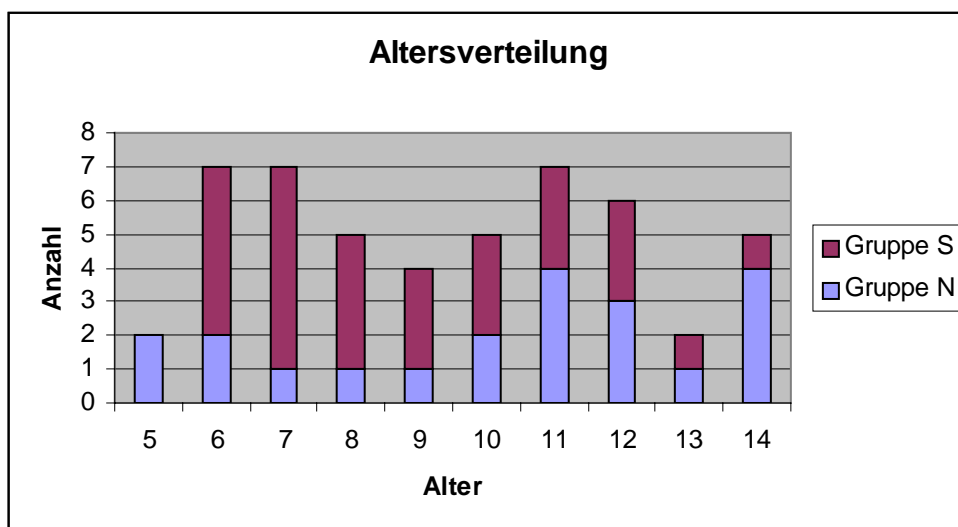
Im Rahmen der Studie wurden 56 Kinder zwischen fünf und 14 Jahren (mittleres Alter 9,4 Jahre  $\pm$  2,7 Jahre) an einem handelsüblichen Twinfield Perimeter untersucht.

Eine Übersicht der Kinder mit Charakterisierung der einzelnen Probanden ist in Tabelle 1 aufgeführt.

Die Probanden Nr. 2, 6, 31, 32, 33 und 52 wurden von der Auswertung ausgeschlossen. Kind Nr. 2 litt an sehr hoher Myopie (Refraktion: -17 rechts, -13 links), bei diesem Kind wurde als einziges ein Refraktionsausgleich zur Gesichtsfelduntersuchung vorgenommen. Die Ergebnisse wurden daher bei der Auswertung nicht berücksichtigt. Kind Nr. 6 wurde aufgrund der Vorerkrankung, die Kinder 31, 32, 33 und 52 aufgrund von schweren Begleiterkrankungen ausgeschlossen.

Die Ergebnisse der restlichen 50 Kinder konnten in die Auswertung einbezogen werden.

Davon wurden 21 Kinder in Gruppe N (gesunde Kinder oder Kinder mit einseitigen okulären Pathologien), und 29 in Gruppe S (Strabismus) unterteilt. Die Verteilung der Probanden nach Alter und Gruppe ist in Abbildung 3 dargestellt.



*Abb. 3: Verteilung der Kinder nach Alter und Gruppenzugehörigkeit*

Tabelle 1: Charakterisierung der Studienteilnehmer

Nr.	Alter	M/W	Gruppe	Diagnose	Visus		Refraktion		untersuchtes Auge	durchgeführte Tests	Bewertungen U: M/F P: S/A (G/C/S)
					R	L	R	L			
1	11	W	N	Keine	1,2	1,2			rechts	vollständig	1/3, 1/3, 1/2 2/3, 3/3, 2/2
3	11	M	S	Z.n. Schiel OP im Alter von 6 Jahren	0,8	0,8			rechts	G1, C1, S1	2/2, 1/1, 1/2 2/1, 3/1, 3/3
4	14	M	N	Links blind nach Unfall	1,0	0			rechts	vollständig	1/2, 1/2, 1/2 2/1, 3/1, 4/1
5	8	M	S	Z.n. Schielop im Alter von 5 Jahren	1,0	1,0	2	2	links	G1, C1, S1	2/2, 1/2, 3/3 1/2, 2/2, 1/3
7	7	W	S	Z.n. Schielop im Alter von 5J.	1,25	1,25	2,75	3,75	links	vollständig	1/2, 1/2, 1/2 2/2, 1/1, 2/2
8	11	W	N	V.a. Orbitabodenfraktur links	1,0	1,0			rechts	G1	1/2 2/3
9	5	W	N	Rechts Lensektomie im Alter von 5J. nach schwere Contusio bulbi und Linsensubluxation	Nulla lux	1,0			links	G1, C1, S1, G2	1/2, 2/2, 2/3 1/1, 1/2, 1/3
10	12	W	N	Z.n. Katarakt Op links bei kongenitalem Katarakt	1,0	0,5			rechts	G1, C1, S1	2/1, 3/2, 3/4 2/2, 2/2, 2/2
11	6	M	S	Augenmuskelparese links	1,25	1,25	1	1,25	rechts	G1, C1, S1	1/3, 1/3 1/1, 1/1
12	10	M	S	N.III Parese nach Unfall links, Schielop links im Alter von 4 J.	1,0	0,5	1	1,5	rechts	G1, C1, S1, G2	1/2, 1/2, 1/2 1/1, 1/1, 1/3
13	11	W	N	Normalbefund bei V.a. Strabismus	1,0	1,0			rechts	vollständig	1/1, 1/2, 1/2 1/1, 1/1, 1/2
14	7	M	S	Strabismus convergens sinister	0,8	0,5			rechts	G1, C1, G2	2/3, 3/2 3/2, 3/3
15	12	W	S	Strabismus convergens	1,25	1,25			links	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 1/1, 2/3, 1/3
16	12	M	S	Z.n. Schielop im Alter vom 11 J.	0,9	0,8			rechts	vollständig	1/1, 2/1, 2/1 2/2, 1/2, 1/3
17	9	M	S	Strabismus convergens	1,25	1,25			rechts	G1, C1, S1, G2	2/3, 3/4, 4/4 2/2, 3/3, 3/3
18	7	M	N	Nävus an der Karunkel	1,0	1,0			rechts	vollständig	1/1, 1/3, 2/4 1/1, 1/1, 2/2
19	11	M	S	Exotropie, evtl. Schiel OP	0,7	1,0	2,75	2,5	links	G1, C1, S1, G2	3/3, 4,5/5, 3/5 2/3, 3/3, 3/2
20	12	M	S	Strabismus sursoadduktorius li	1,0	1,0	-2,8	-1,75	links	vollständig	1/1, 1/2, 1/1 1/1, 3/2, 3/2
21	10	W	S	Strabismus convergens	0,9	1,0	3,5	3,5	links	vollständig	1/3, 1/3, 1/3 1/1, 2/2, 2/3
22	6	M	S	Strabismus	0,4	1,25	5,75	3,75	links	G1, C1, S1, G2	2/4, 3/5, 4/5 2/2, 2/3, 4/4

Nr.	Alter	M/W	Gruppe	Diagnose	Visus		Refraktion unter-		suchtes Auge	durchge- führte Tests	Bewertungen
					R	L	R	L			
											U: M/F P: S/A (G/C/S)
23	13	M	N	Keine	0,9	1,0			links	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 1/1, 2/1, 3/2
24	14	M	N	Keine	1,25	1,25			rechts	vollständig	1/1, 2/1, 2/1 2/1, 1/1, 2/1
25	14	W	N	Keine	1,25	1,25			rechts	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 2/1, 3/1, 2/1
26	12	M	N	Keine	1,0	1,25			links	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 3/1, 3/1, 3/1
27	9	W	N	Nävus cysticus Fuchs rechts	1,0	1,0			links	vollständig	1/2, 1/1, 1/1 1/1, 1/1, 3/2
28	6	M	S	Stabismus divergens nach Strabismus OP vor 3 Monaten	1,25	1,0	+0,5	1,5	rechts	G1, C1, G2	1/3, 3/4, 5/5 1/1, 2/3, 5,5/4
29	11	W	S	Intermittierender Strabismus divergens	0,9	1,0	0,5	1	links	G1, C1, S1, G2	1/2, 2/2, 3,5/2 1/1, 2/2, 4/4
30	10	W	S	Intermittiender Strabismus divergens	0,8	0,9	-1	-0,75	links	G1, C1, S1, G2	1/3, 3/3, 1/3 2/1, 4/3, 3/2
34	7	W	S	Strabismus convergens	1,6	1	2	2	rechts	G1, C1, S1	3/3, 3/2, 3/2 2/2, 3/3, 4/3
35	6	M	S	Strabismus convergens	1,6	1,6			links	G1, C1, S1	1/2, 1/3, 1/3 2/2, 2/3, 2/4
36	6	W	N	Perforierte HH Verletzung rechts 2002	0,5	1,25			links	G1, C1, S1	1/2
37	7	M	S	Strabismus alternans	1,0	1,25			rechts	G1, C1, S1	1/2, 1/2, 1/2 2/2, 1/1, 2/2
38	8	M	S	Amblyopie links, Mikroesotropie	1,0	0,4	1	1	rechts	G1, C1, S1	
39	14	W	N	Sicca Symp.	1,0	1,0			rechts	vollständig	2/2, 2/2, 2/2 2/2, 2/2, 2/2
40	12	W	N	Keine	1,0	1,0			links	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 3/3, 2/2, 4/4
41	13	W	S	Strabismus divergens	1,25	0,9	0,75	1	rechts	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 1/1, 1/1, 3/2
42	9	W	S	Strabismus divergens	0,8	0,9	3	3,75	links	G1, C1, S1, G2	1/3, 2/4, 2/4 3/2, 1/2, 2/2
43	6	W	S	Strabismus convergens	1,25	1,25	-0,8	-1,75	rechts	G1, C1, S1	1/3, 2/3, 2/3 2/2, 2/2, 3/3
44	7	W	S	Strabismus divergens intermittens	0,9	0,9	0,75	0,75	rechts	G1, C1	2/3, 3/3, 4/4 2/2, 2/2, 6/6
45	14	M	S	Strabismus divergens int.	1,0	0,9			links	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 1/1, 2/2, 3/2
46	7	W	S	Strabismus convergens	1,6	1,6	0,25		rechts	G1, C1, S1	2/3, 2/2, 3/3 3/2, 2/2, 3/3
47	8	M	S	Strabismus alternans	1,0	0,9	2	2,75	rechts	vollständig	2/3, 2/4, 2/4 1/1, 1/1, 1/1

Nr. Alter M/W Gruppe Diagnose				Visus		Refraktion unter-		suchtes Auge	durchge- führte Tests	Bewertungen	
				R	L	R	L				
48	9	W	S	Strabismus alternans	1,0	1,25	4,5	4,5	rechts	G1, C1, S1, G2	U: M/F P: S/A (G/C/S) 2/3, 2/3, 2/3 1/1, 2/3, 3/3
49	6	W	N	Keine	1,6	1,6			rechts	G1, C1, S1	2/3, 2/3, 2/4 2/2, 1/1, 2/2
50	5	W	N	Keine	1,6	1,6			rechts	G1, C1, S1	2/3, 2/3, 2/3 1/2, 2/2, 3/2
51	10	M	N	Keine	1,25	1,25			rechts	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 2/2, 2/2, 3/3
53	8	W	S	Strabismus sursoadductorius	1,0	0,9		-0,75	rechts	G1, C1, S1	3/3, 2/3, 2/3 2/2, 2/2, 3/2
54	6	W	N	Keine	1,0	1,0			rechts	G1, C1, S1	2/1, 2/1, 2/1 2/2, 1/1, 2/2
55	11	W	N	Keine	1,25	1,25			rechts	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 2/2, 1/2, 3/2
56	10	M	N	Keine	1,25	1,25			rechts	vollständig	1/1, 2/3, 2/2 1/1, 2/2, 2/2

Die Ergebnisse der folgenden Kinder wurden von der Auswertung ausgeschlossen:

2	11	M	X	Starke Myopie	0,2	0,7	-17	-13	links	G1	1/2 3/2
6	16	M	X	Germinom in Nachsorge	0,8	1,0			links	vollständig	1/1, 1/1, 1/1 1/1, 1/1, 1/2
31	11	W	X	M.Crouzon, Strab.	0,7	0,7	2,25	1,5	rechts	G1, C1, S1, G2	1/1, 1/1, 1/1 1/1, 2/2, 2/2
32	9	W	X	Z.n. ECCE, Nachstarentfernung im Alter von 7 J.	0,8	0,7	-0,3	0,25	rechts	G1, C1, S1, G2	1/2, 1/3, 1/3
33	13	W	X	Zapfendystrophie	0,8	0,8			rechts	G1	1/1, 1/1, 2/2
52	7	M	X	Neurofibromatose	1,0	1,0	-1	-1	rechts	G1, C1, S1, G2	2/2, 2/3, 2/3 2/2, 2/2, 2/2

Eine altersabhängige Analyse zeigte, dass die Kinder der Gruppe N im Mittel 10,24  $\pm$  3,03 Jahre alt waren, während jene der Gruppe S mit einem Mittelwert von 8,86  $\pm$  2,36 Jahren etwas jünger waren. Es zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied ( $p=0,08$ , t-Test).

Zwölf der Kinder aus der Gruppe N waren gesund und kamen auf Einladung des Untersuchers, um an der Studie teilzunehmen. Bei ihnen lag keine Refraktionsanomalie vor.

Die Diagnosen der anderen neun Kinder der Gruppe N untergliederten sich in nicht visusbeeinträchtigende Erkrankungen bei fünf Kindern wie Sicca Symptomatik, Nävus cysticus, nichtbestätigter Strabismusverdacht und Blowout Fracture am anderen Auge. Die anderen vier Kinder stellten sich mit Diagnosen vor, welche den

Visus einseitig einschränkten. Dies war der Fall bei einseitiger Erblindung nach einem Unfall, vorausgegangener Hornhautverletzung, Lensektomie und Zustand nach Katarakt. Alle neun Kinder dieser Gruppe hatten jedoch auf dem untersuchten Auge einen Visus von mindestens 1,0 und keine Refraktionsanomalien.

Es wurden 27 Mädchen und 23 Jungen untersucht.

### **3.2. Fertigstellung**

22 Kinder konnten die Untersuchung vollständig durchlaufen (14 der Gruppe N und acht der Gruppe S). Bei 24 (sechs der Gruppe N und 18 der Gruppe S) wurde die Untersuchung vorzeitig beendet, aber zumindest zur Hälfte durchgeführt (die erste kinetische Untersuchung und mindestens je ein statischer Test mit jeder Strategie). Insgesamt waren lediglich vier Kinder nicht in der Lage, die Untersuchung zumindest halb durchzuhalten. Hiervon war eines in der Gruppe N und drei in der Gruppe S.

Drei dieser Kinder waren sechs bzw. sieben Jahre alt. Sie hatten Probleme mit der Geschwindigkeit der statischen Untersuchung, besonders bei der Strategie „Schnelle Schwelle“. Die CLIP Untersuchung konnte in zwei von drei Fällen durchgeführt werden. Die kinetische Untersuchung war in allen drei Fällen möglich. Ein 11-jähriges Mädchen konnte ebenfalls die Untersuchung nicht zur Hälfte durchführen, da sie ein schmerzhaftes Augentrauma hatte.

Mit Ausnahme dieses Kindes waren alle Probanden ab acht Jahren in der Lage, die drei verschiedenen Untersuchungen zumindest einmal durchzuführen (halbe Fertigstellung). Ab dem Alter von 13 Jahren komplettierten alle Kinder den Test vollständig (jede Untersuchung zweimal).

### **3.3 Testdauer**

Die Dauer der einzelnen Untersuchungen für jeden Probanden ist in Tabelle 2 dargestellt.

Die komplette Untersuchungsdauer beinhaltete eine Einführung und Erklärung der kinetischen und statischen Perimetrie-Untersuchungen, Testuntersuchungen sowie eventuelle Pausen zwischen den Tests.

Tabelle 2: Testdauer der einzelnen Teilnehmer:

Pat.Nr.	Testdauer (Sekunden)						Summe	Gesamtzeit (min)
	G 1	G 2	CLIP 1	CLIP 2	SS 1	SS 2		
1	115	37	153	135	207	210	857	27
3	822*		270		250		520	32
4	115	57	189	159	220	221	961	28
5	239		181		212		632	34
7	426	86	201	299	240	234	1486	33
8	399						399	20
9	184	80	181		194		639	20
10	412		256		224		892	25
11	261		279		170		710	30
12	161	68	192		217		638	30
13	112	62	153	227	252	212	1018	30
14	195	139	195				529	20
15	107	42	249	198	248	197	1041	35
16	199	108	288	222	246	237	1300	30
17	297	146	225		222		890	25
18	171	99	202	213	253	204	1142	30
19	244	75	167		216		702	25
20	219	101	213	424	232	224	1413	30
21	164	56	272	233	245	266	1236	30
22	222	88	306		213		829	25
23	201	66	210	241	241	233	1192	30
24	267	133	188	148	234	234	1204	30
25	216	48	206	206	258	240	1174	30
26	221	70	254	161	260	259	1225	30
27	166	62	213	280	260	245	1226	35
28	239	82	214				535	20
29	318	96	273		218		905	27
30	114	63	281		247		705	20
34	226		181		230		637	25
35	235		214		252		701	20
36	326		187		295		808	25
37	281		268		237		786	22
38	103		285		221		609	20
39	249	123	165	176	241	248	1202	35
40	146	62	135	168	240	235	986	30
41	183		193	131	243	229	979	30
42	319	90	285		245		939	25
43	203		140		250		593	25
44	198		337				535	20
45	157	57	210	143	261	216	1044	30
46	171		298		272		741	20
47	71	28	179	132	262	452	1124	35
48	148	51	317		240		756	20
49	154		291		242		687	25
50	141		178		238		557	25
51	179	50	141	225	239	133	967	30
53	138		242		244		624	25
54	165		284		248		697	15
55	136	64	154	156	234	234	978	30
56	167	75	125	147	228	226	968	35
MW	205,71	77,00	220,82	201,09	237,85	235,86	878,36	26,96
SD	80,01	29,32	54,51	69,10	20,96	55,06	912,5	31

Die gesamte Untersuchung dauerte  $31,05 \text{ min} \pm 2,42 \text{ min}$  für die 22 Kinder, welche eine komplette Untersuchung durchführten (Spanne 27 – 35 min). Die Summe ihrer einzelnen Untersuchungen betrug  $1124 \text{ sec} (18,7 \text{ min}) \pm 159 \text{ sec} (2,65 \text{ min})$  mit einer Spannbreite von 857- 1486 sec (14,2 – 24,8 min).

### **3.4 Statische Untersuchungen**

Die Ergebnisse der statischen Perimetrie sind in Tabelle 3 (am Ende des Ergebnisteils, ab Seite 83) einsehbar. 49 Kinder führten zumindest eine statische Untersuchung durch, Kind Nr. 14 wurde von der Auswertung ausgeschlossen, da seine Werte aufgrund mangelnder zentraler Fixation nicht verwertbar waren.

#### **3.4.1 Testdauer**

Mit der CLIP Strategie konnte im Vergleich mit der Schnellen Schwellen Strategie die mittlere Testdauer deutlich reduziert werden.

Die erste Untersuchung mit der CLIP Strategie dauerte  $220 \text{ sec} \pm 54 \text{ sec}$ , bei Benutzung der Methode Schnelle Schwelle  $237 \text{ sec} \pm 20 \text{ sec}$ . Hieraus ergibt sich eine statistische Signifikanz von  $p=0,05$  nach Auswertung mit dem t-Test.

Bei der Kontrolluntersuchung waren die Zeiten für CLIP 2  $201 \text{ sec} \pm 69 \text{ sec}$ , die der Schnellen Schwelle 2  $235 \text{ sec} \pm 55 \text{ sec}$ . Eine signifikante Zeitersparnis ergab sich hier allerdings nicht.  $p=0,07$  (t-Test).

Es zeigte sich tendenziell eine Reduktion der Testdauer mit zunehmendem Alter für die Untersuchungen CLIP1 und 2 und Schnelle Schwelle 2.

Bei der statistischen Untersuchung der Testdauer nach Altersabhängigkeit war diese auf signifikantem Niveau lediglich für Schnelle Schwelle 2 nachweisbar.  $p=0,0006$  (ANOVA).

Die Auswertung nach Altersgruppe, Gruppenzugehörigkeit (N/S) und Geschlecht ist in Tabelle 4 aufgeführt (ANOVA).

*Tabelle 4: Auswertung der Dauer der statischen Perimetrie in Abhängigkeit der Einflussfaktoren*

<b>CLIP</b>						
	Anzahl	CLIP 1 MW	CLIP 1 SD	Anzahl	CLIP 2 MW	CLIP 2 SD
<b>Altersgruppe</b>						
1 (5-7)	16	229,50	57,87	2	256,00	60,81
2 (8-11)	20	219,60	60,54	8	191,88	55,94
3 (12-14)	13	212,00	41,33	12	198,08	78,54
<b>Gruppe</b>						
N	20	193,25	47,66	14	188,71	43,26
S	29	239,83	51,33	8	222,75	100,03
<b>Geschlecht</b>						
W	26	224,04	60,40	11	200,82	55,29
M		23	217,17	48,07	11	201,36
<b>Alle</b>	<b>49</b>	<b>220,82</b>	<b>54,51</b>	<b>22</b>	<b>201,09</b>	<b>69,10</b>

<b>Schnelle Schwelle</b>						
	Anzahl	SS 1 MW	SS 1 SD	Anzahl	SS 2 MW	SS 2 SD
<b>Altersgruppe</b>						
1 (5-7)	13	237,38	31,93	2	219,00	21,21
2 (8-11)	20	235,35	16,55	8	247,25	91,49
3 (12-14)	13	242,15	12,82	12	231,08	15,82
<b>Gruppe</b>						
N	20	240,40	21,29	14	223,86	30,30
S	26	235,88	20,92	8	256,88	81,23
<b>Geschlecht</b>						
W	25	242,20	19,62	11	231,82	19,44
M	21	232,67	21,80	11	239,91	77,16
<b>Alle</b>	<b>46</b>	<b>237,85</b>	<b>20,96</b>	<b>22</b>	<b>235,86</b>	<b>55,06</b>

Bei der Unterscheidung nach Altersgruppe zeigte sich bei den CLIP Untersuchungen eine Altersabhängigkeit, signifikantes Niveau wurde jedoch nicht erreicht.

Bei den CLIP Untersuchungen waren die Kinder der Gruppe N deutlich schneller als die Kinder der Gruppe S, die allerdings auch im Mittel etwas jünger waren.

Für CLIP 1 war dies mit  $p=0,002$  (t-Test) signifikant.

Bei den Untersuchungen mit der Schnellen Schwellen Strategie ließen sich keine Unterschiede der beiden Gruppen N/S feststellen.

Schnelle Schwelle 1: Gruppe N: 240 sec  $\pm$  21 sec, Gruppe S: 237 sec  $\pm$  21 sec.

Schnelle Schwelle 2: Gruppe N: 224 sec  $\pm$  30 sec, Gruppe S: 236 sec  $\pm$  55 sec.

Die statistische Auswertung nach Geschlecht zeigte keine signifikanten Unterschiede.

### 3.4.2 Auswertung der einzelnen Testorte

Die gemittelten Ergebnisse für alle Kinder und alle Untersuchungen sind in Abbildung 4 zu finden.

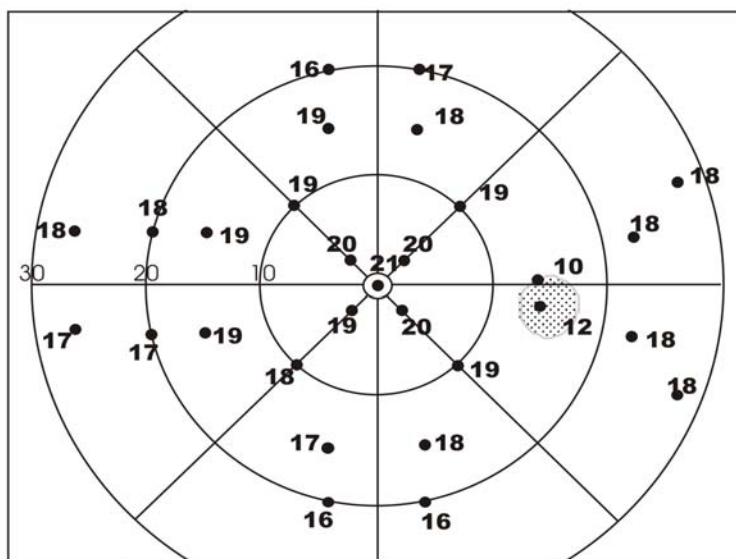


Abb. 4: Mittlere erreichte Empfindlichkeit an den Prüfpunkten

#### 3.4.2.1 CLIP 1

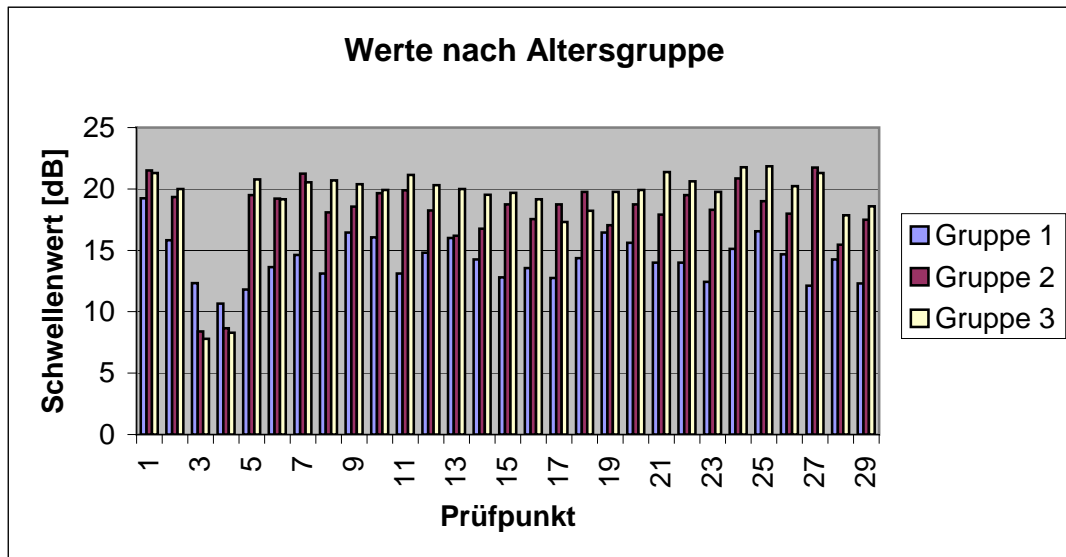
Bei der Untersuchung der erreichten Empfindlichkeiten an den einzelnen Testpunkten zeigte sich eine deutliche Altersabhängigkeit (ANOVA). Die älteren Kinder erzielten bessere Werte.

In Abhängigkeit von der Altersgruppe zeigte sich dies noch deutlicher (Werte siehe Tabelle 5, Abbildung 5) (ANOVA). Bei Anpassung des Signifikanzniveaus (multiples Testen) zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied. Die Auswertung nach Gruppen bzw. Schielen oder Nichtschielen zeigte tendenziell eine leichte Überlegenheit der nichtschielenden Kinder (t-Test), jedoch ohne signifikanten Unterschied.

Bei der Unterscheidung nach Geschlecht waren die Ergebnisse sehr ausgeglichen (t-Test).

*Tabelle 5: Erreichte Empfindlichkeit an den Prüfpunkten für die drei Altersgruppen mit der CLIP Strategie*

Altersgruppe		1		2		3	
Strategie		CLIP 1	CLIP 2	CLIP 1	CLIP 2	CLIP 1	CLIP 2
Testort							
Meridian	Exzentrizität						
0.00	0.00	19,25	13	21,5	23,25	21,31	23,25
105.95	14.56	15,81	21,5	19,35	19,63	20	19,67
355.00	15.00	12,33	21	8,4	8,83	7,8	13,7
5.00	15.00	10,67	21	8,67	4,33	8,3	10,2
74.05	14.56	11,81	13	19,5	20	20,77	22
135.00	11.31	13,63	17,5	19,2	19,63	19,15	21,67
45.00	11.31	14,63	20,5	21,25	21,63	20,54	22
17.10	27.20	13,13	21	18,1	18,63	20,69	21,67
168.69	20.40	16,44	19,5	18,55	20,63	20,38	22,5
191.31	20.40	16,06	19	19,65	18,88	19,92	22,25
225.00	11.31	13,13	22	19,9	20,13	21,15	22,08
315.00	11.31	14,81	18	18,25	20,88	20,31	22,75
342.90	27.20	16	17	16,2	20	20	20,92
254.05	14.56	14,25	18,5	16,75	19,38	19,54	21,67
285.95	14.56	12,81	18,5	18,75	19,13	19,69	20,58
101.31	20.40	13,56	19	17,55	17,5	19,15	19,75
78.69	20.40	12,75	17,5	18,75	18	17,31	20,83
171.25	26.31	14,38	18	19,75	18,63	18,23	22,08
188.75	26.31	16,44	20,5	17,05	16,88	19,77	21,58
164.05	14.56	15,63	19,5	18,75	21	19,92	21,25
195.95	14.56	14	15	17,9	18,88	21,38	22,67
10.30	22.36	14	21	19,5	18,13	20,62	21,75
349.70	22.36	12,44	16	18,3	18,63	19,77	21,5
135.00	2.83	15,13	19	20,85	20,63	21,77	23
45.00	2.83	16,56	18	19	21,63	21,85	24,58
225.00	2.83	14,69	17,5	18	21,5	20,23	23,17
315.00	2.83	12,13	16,5	21,75	21,63	21,31	23,17
258.69	20.40	14,25	17,5	15,45	18	17,85	21,42
281.31	20.40	12,31	16,5	17,5	18,63	18,58	21



*Abb. 5: Bei der ersten Untersuchung mit der CLIP Strategie erreichte Empfindlichkeit an den Prüfpunkten je nach Altersgruppe*

### 3.4.2.2 CLIP 2

Für die Auswertung der CLIP 2 Untersuchung standen die Daten von 22 Kindern zur Verfügung (für die Auswertung der Zusatzpunkte für den blinden Fleck nur 17).

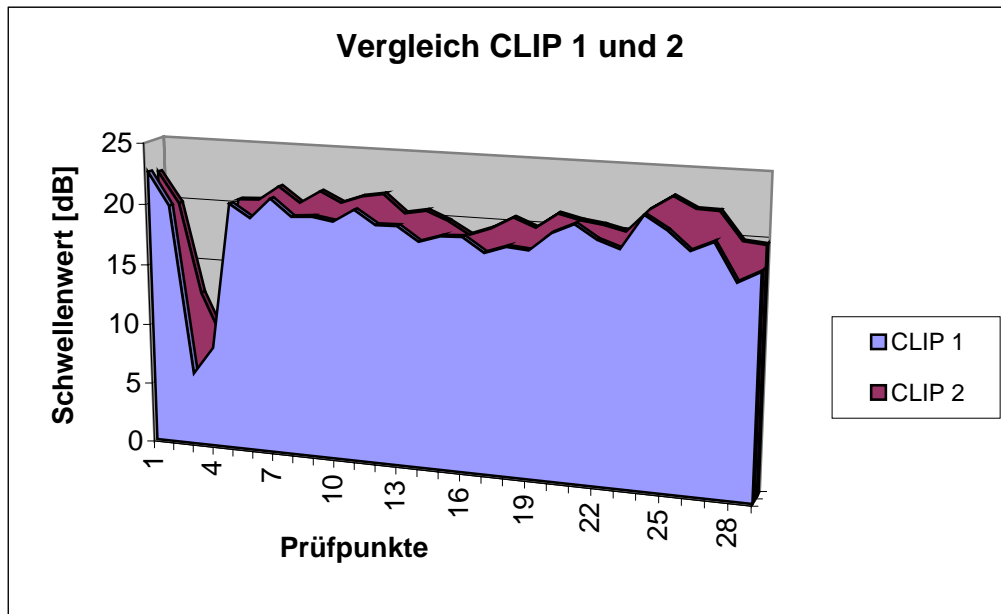
Die Auswertung in Abhängigkeit vom Alter und Altersgruppe ergab keine signifikanten Unterschiede.

Die Unterscheidung nach Gruppe N/S sowie Geschlecht erbrachte keine signifikanten Unterschiede.

### 3.4.2.3 Vergleich CLIP 1 und 2

Für die 22 Kinder, welche die Untersuchung mit der CLIP Strategie zweimal durchgeführt hatten, wurden die beiden Untersuchungen verglichen. In der Auswertung (t-Test) zeigten sich die Werte im Wiederholungstest weitgehend stabil. Nur bei zwei Punkten ließ sich eine signifikante Verbesserung im zweiten Test nachweisen. (Punkt 3 und 26). Der Vergleich der erzielten Werte für alle Prüfpunkte ist in Abbildung 6 gezeigt.

Bei der Unterscheidung nach Alter, Altersgruppe, Gruppe und Geschlecht ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.



*Abb. 6: Vergleich der erzielten Empfindlichkeitswerte an den Prüfpunkten*

#### 3.4.2.4 Schnelle Schwelle 1

Die Auswertung nach Alter zeigte eine Verbesserung der Werte mit steigendem Alter. Eine signifikante Abweichung ließ sich bei multiplen Testen allerdings nur bei zwei von 29 Punkten nachweisen. Bei der Unterscheidung nach Altersgruppe ergab sich für vier Punkte ein signifikanter Zusammenhang (Werte siehe Tabelle 6). Die Statistik für die beiden Gruppen ergab ausgeglichene Ergebnisse, lediglich für den Punkt 29 ergab sich ein signifikant besserer Wert für die Gruppe N. Geschlechtsspezifische Unterschiede waren nicht nachweisbar (ANOVA).

#### 3.4.2.5 Schnelle Schwelle 2

Die Auswertung nach Alter zeigt eine Verbesserung der Ergebnisse mit steigendem Alter. Eine signifikante Abweichung ließ sich allerdings nur bei einzelnen Punkten (8 und 16) nachweisen.

Ähnlich zeigten sich die Ergebnisse bei Unterteilung in Altersgruppen. Die Verbesserung der Werte bei höherem Alter war bei 4 von 19 Punkten signifikant. Nach Geschlecht oder Gruppe getrennt zeigten sich keine signifikanten Veränderungen. (ANOVA, multiples Testen).

### 3.4.2.6 Vergleich Schnelle Schwelle 1 und 2

Eine signifikante Verbesserung im zweiten Test war nur bei Punkt 1  $p=0,03$  und 15  $p=0,04$  zu sehen (t-Test).

*Tabelle 6: Erreichte Empfindlichkeit an den Prüfpunkten für die drei Altersgruppen mit der Schnellen Schwellen Strategie (SS)*

Altersgruppe		1		2		3	
Strategie		SS 1	SS 2	SS 1	SS 2	SS 1	SS 2
Testort							
Meridian	Exzentrizität						
0.00	0.00	17,93	20,00	21,70	24,75	20,15	22,75
105.95	14.56	15,71	18,00	18,55	18,38	18,38	20,50
355.00	15.00	10,36	21,00	14,73	16,17	9,90	16,20
5.00	15.00	9,36	16,00	10,67	14,33	8,60	12,80
74.05	14.56	14,86	15,50	18,40	20,13	19,77	20,50
135.00	11.31	18,07	16,00	18,95	19,63	19,23	21,17
45.00	11.31	15,14	16,50	18,50	21,88	21,23	18,83
17.10	27.20	14,00	18,50	17,90	16,00	18,92	20,33
168.69	20.40	13,50	14,00	17,80	17,50	17,62	19,75
191.31	20.40	9,14	17,50	15,40	16,13	16,62	20,17
225.00	11.31	15,86	15,00	18,60	20,25	21,62	23,00
315.00	11.31	14,07	15,50	19,50	20,00	20,08	21,75
342.90	27.20	10,79	18,50	17,05	19,00	19,54	19,17
254.05	14.56	11,07	16,00	17,00	18,63	19,00	17,50
285.95	14.56	15,43	17,00	16,25	18,75	18,15	20,92
101.31	20.40	10,57	3,50	14,95	14,75	17,23	19,42
78.69	20.40	14,07	14,50	16,10	15,25	16,92	20,67
171.25	26.31	15,57	16,00	18,15	18,50	19,08	19,17
188.75	26.31	13,64	12,00	14,05	18,63	17,38	19,67
164.05	14.56	14,00	17,00	20,15	20,38	19,23	22,75
195.95	14.56	14,93	18,00	19,40	19,75	19,31	20,83
10.30	22.36	12,71	21,50	18,05	19,13	20,46	20,50
349.70	22.36	12,14	17,50	17,75	20,13	19,77	20,50
135.00	2.83	18,57	16,00	18,00	21,88	21,15	21,42
45.00	2.83	13,71	11,00	20,70	23,25	23,23	23,25
225.00	2.83	13,71	11,00	19,10	22,38	21,46	23,67
315.00	2.83	16,00	18,00	19,80	23,63	22,69	24,17
258.69	20.40	9,64	12,00	15,10	15,75	17,54	19,42
281.31	20.40	13,43	4,00	13,10	15,13	16,08	19,00

### 3.4.2.7 Vergleich CLIP und Schnelle Schwelle 1

Im Vergleich der Resultate der beiden Strategien zeigten sich ähnliche Ergebnisse, die Werte der CLIP Untersuchung waren etwas höher. Die CLIP 1 Untersuchung lieferte im Vergleich mit der Schnelle Schwelle 1 Untersuchung für die Punkte 10 ( $p=0,001$ ) und 19 ( $p=0,02$ ) einen signifikant höheren Wert (t-Test).

Bei der Auswertung der Daten jener 22 Kindern, die beide Untersuchungen zwei Mal durchgeführt haben, war am Punkt 3, mit  $p=0,03$  ein signifikant niedrigerer Wert (bei CLIP niedriger also besser, blinder Fleck) und am Punkt 16, mit  $p=0,04$  ein signifikant höherer Wert bei der CLIP 1 Untersuchung nachweisbar.

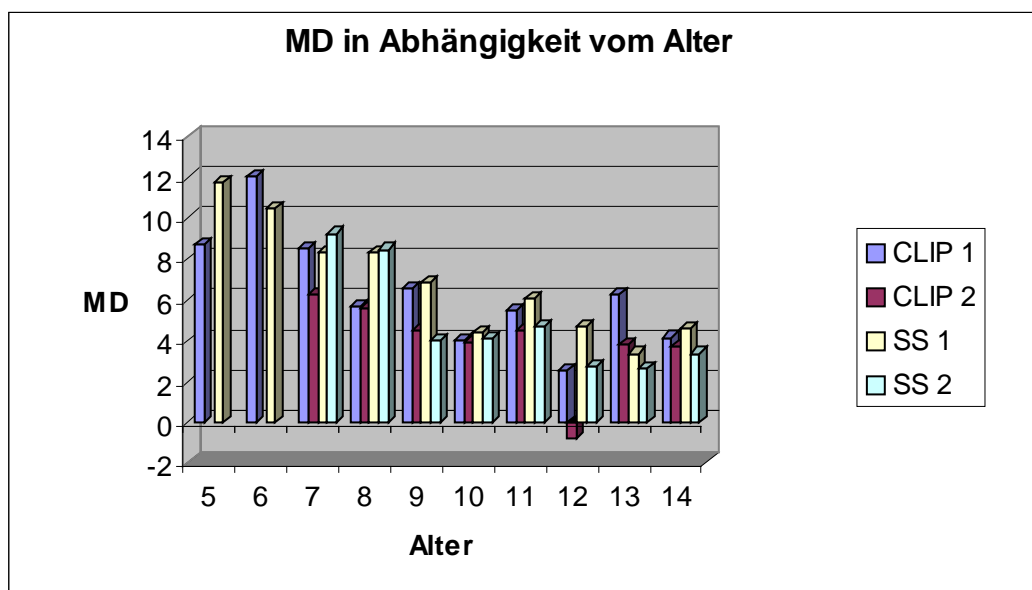
### 3.5 MD, MS, LV Ergebnisse der statischen Perimetrie

#### 3.5.1 Altersabhängigkeit

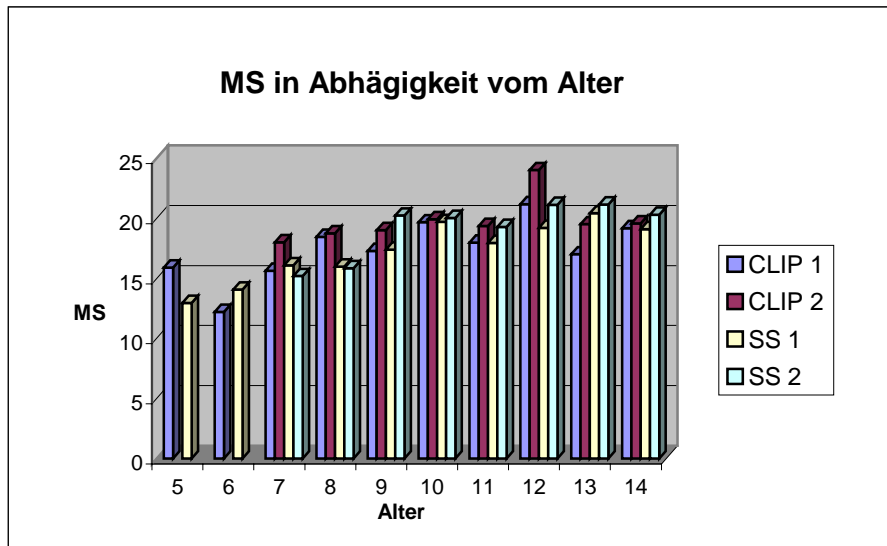
Der mittlere Empfindlichkeitsverlust (Mean Defect, MD) und die mittlere Empfindlichkeit (Mean Sensitivity, MS) lieferten mit steigendem Alter signifikant bessere Ergebnisse für CLIP und Schnelle Schwelle (SS). Dies bedeutet niedrigere Werte für MD und höhere für MS.

Statistisch signifikant war dies für MD bei CLIP 1 mit  $p<0,0001$ , bei SS 1 mit  $p=0,002$ , sowie für MS bei CLIP 1 mit  $p=0,0005$  und bei SS 1 mit  $p=0,010$  (ANOVA).

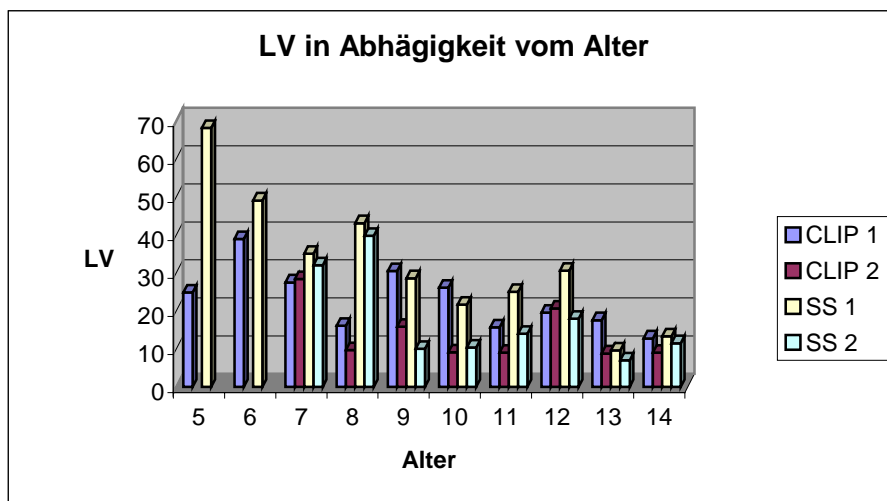
Die Verlustvarianz (Loss Variance, LV) verbesserte sich auch je älter die Kinder waren, erreichte aber nur bei SS ein signifikantes Niveau (CLIP 1:  $p=0,08$  und SS 1:  $p=0,005$ ) (ANOVA). Abb. 7- 9, Tabelle 7.



*Abb. 7: MD (mittlerer Empfindlichkeitsverlust) der verschiedenen Untersuchungen in Abhängigkeit vom Alter*



*Abb. 8: MS (mittlere Empfindlichkeit) der verschiedenen Untersuchungen in Abhängigkeit vom Alter*



*Abb. 9: LV (Verlustvarianz) der verschiedenen Untersuchungen in Abhängigkeit vom Alter*

*Tabelle 7: MD (mittlerer Empfindlichkeitsverlust), MS (mittlere Empfindlichkeit) und LV (Verlustvarianz) der einzelnen Untersuchungen (CLIP und Schnelle Schwelle (SS)) abhängig vom Alter*

MD	ALTER	CLIP 1	CLIP 2	SS 1	SS 2
5		8,71		11,69	
6		12,01		10,48	
7		8,46	6,21	8,27	9,23
8		5,62	5,56	8,33	8,45
9		6,57	4,49	6,82	3,97
10		3,98	3,92	4,40	4,08
11		5,48	4,50	6,03	4,70
12		2,48	-0,83	4,65	2,75
13		6,28	3,81	3,35	2,63
14		4,13	3,67	4,55	3,36
Alle		6,45	3,16	6,78	4,23

MS	ALTER	CLIP 1	CLIP 2	SS 1	SS 2
5		15,89		12,95	
6		12,19		14,05	
7		15,63	18,00	16,09	15,19
8		18,46	18,74	15,98	15,85
9		17,28	19,00	17,38	20,22
10		19,66	19,91	19,69	20,01
11		17,96	19,36	17,95	19,27
12		21,17	24,00	19,21	21,12
13		17,00	19,50	20,41	21,13
14		19,16	19,56	19,10	20,29
Alle		17,36	20,38	17,34	19,71

LV	ALTER	C1	C2	S1	S2
5		24,88		68,13	
6		38,90		49,06	
7		27,51	28,37	35,05	32,02
8		16,09	9,71	43,09	39,79
9		30,53	15,83	28,61	10,00
10		26,14	9,10	21,62	10,39
11		15,70	9,05	25,01	13,95
12		19,56	20,67	30,58	17,97
13		17,57	8,80	9,62	7,00
14		12,77	9,00	13,30	11,50
Alle		23,64	13,76	31,81	15,83

Bei den Kontrolluntersuchungen für CLIP waren keine signifikanten altersabhängigen Veränderungen nachweisbar. Bei der zweiten Schnellen Schwellen Untersuchung zeigte sich eine signifikante Verbesserung von MD mit  $p=0,0004$  und MS mit  $p=0,001$  mit steigendem Alter.

Bei der Unterscheidung nach Altersgruppe war die Altersabhängigkeit noch deutlicher sichtbar. MS und LV stiegen mit steigendem Alter, MD sank. Für MD und MS konnte bei der CLIP 1 Untersuchung ein Signifikanzniveau von  $p < 0,0001$  erreicht werden. Die Auswertung erbrachte für LV bei CLIP 1 einen Wert von  $p = 0,01$  (ANOVA).

Für die CLIP 2 Untersuchung ergab sich ein ähnliches Bild, allerdings ohne signifikante Werte.

Bei der Schnellen Schwellen Strategie ließ sich ebenfalls eine signifikante Altersabhängigkeit zeigen.

Bei der ersten Untersuchung ergaben sich sowohl für MD  $p < 0,0001$ , als auch MS  $p = 0,0004$  und LV  $p = 0,003$  mit steigendem Alter signifikant bessere Werte (ANOVA).

Bei der Kontrolluntersuchung SS 2 waren die Ergebnisse der älteren Gruppen signifikant höher. Für MD ergab sich ein  $p$  Wert von  $< 0,0001$ , für MS von  $0,0002$ .

Für den Varianzverlust bei SS 2 erreichten die Werte kein signifikantes Niveau ( $p = 0,09$ ) (ANOVA).

### **3.5.2 Vergleich nach Gruppe N/S**

Für CLIP 1 ergab sich für die LV Werte eine signifikante Überlegenheit der Kinder der Gruppe N mit  $p = 0,0005$ .

Ebenso für CLIP 2 für LV mit  $p = 0,046$  (ANOVA).

Für die anderen Untersuchungen MD und MS ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge.

### **3.5.3 Vergleich nach Geschlecht**

Geschlechtsspezifische Unterschiede fanden sich nicht.

### **3.5.4 Vergleich CLIP/SS**

Der MD erbrachte für die CLIP Untersuchung bessere (d.h. niedrigere) Ergebnisse als für die SS Untersuchung. Der Vergleich des MS ergab für SS geringfügig

schlechtere (d.h. niedrigere) Ergebnisse. Allerdings erreichte keiner der Vergleiche ein signifikantes Niveau. Der Varianzverlust (LV) war für CLIP signifikant niedriger als für Schnelle Schwelle  $p=0,03$  (t-Test).

### **3.5.5 Vergleich CLIP 1/CLIP 2**

Im Vergleich der Daten der Kinder, welche die Untersuchung zwei Mal beendet hatten, ergaben sich keine signifikanten Verbesserungen. Die Werte der CLIP 2 Untersuchung waren jedoch geringfügig besser.

### **3.5.6 Vergleich SS 1/SS 2**

Im Vergleich der beiden Untersuchungen zeigten sich signifikant bessere Werte für MD mit  $p=0,03$  und MS mit  $p=0,025$  in der zweiten Untersuchung. (t-Test)

LV war zwar im Mittel in der zweiten Untersuchung geringer, allerdings mit  $p=0,15$  nicht signifikant (ANOVA).

## **3.6 Auffällige Punkte**

### **3.6.1 Einzelpunkte**

Die als auffällig gewerteten (1% Abweichung oder schlechter, siehe 2.2.3) und ausgezählten Punkte wurden für CLIP und Schnelle Schwelle alterabhängig signifikant geringer (CLIP: CLIP 1  $p<0,0001$ , CLIP 2  $p=0,05$ , Schnelle Schwelle: SS 1  $p<0,0001$ , SS 2  $p=0,009$ ) (Spearman's Rangkorrelation). Tabelle 8.

Bei der Auswertung nach Altersgruppe ergab sich eine signifikante Reduktion der auffälligen Stellen für CLIP 1  $p=0,0004$ , CLIP 2  $p=0,02$ , SS 1  $p<0,0001$ , SS 2  $p=0,01$  bei steigendem Alter (Spearman's Rangkorrelation).

Die Auswertung nach Gruppen erbrachte keine deutlichen Unterschiede. Leichte Vorteile der Gruppe N waren zu erkennen. Geschlechtsspezifische Unterschiede waren nicht feststellbar.

### 3.6.2 Cluster

Die altersabhängige Auswertung der Cluster ergab analog signifikant niedrigere Werte bei älteren Probanden (CLIP: CLIP 1  $p=0,00003$ , CLIP 2  $p=0,04$ , Schnelle Schwelle: SS 1  $p=0,000001$ , SS 2  $p=0,006$ ) (Spearman's Rangkorrelation).

### 3.6.3 Korrigierte auffällige Punkte

Die Auswertung der korrigierten Auffälligkeiten erbrachte eine signifikante Abnahme der auffälligen Punkte bei steigendem Alter für CLIP 1 und Schnelle Schwelle 1 (CLIP: CLIP 1  $p=0,02$ , CLIP 2  $p=0,11$ , Schnelle Schwelle: SS 1  $p=0,002$ , SS 2  $p=0,17$ ).

Bei der Auswertung nach Altersgruppe waren für die jeweils erste Untersuchung bei den älteren Gruppen signifikant weniger Abweichungen festzustellen. CLIP1  $p=0,02$ , SS1  $p=0,015$  (Spearman's Rangkorrelation). Die Auswertung nach Gruppen erbrachte keine deutlichen Unterschiede. Leichte Vorteile der Gruppe N waren zu erkennen. Signifikant bessere Werte der Gruppe N erbrachte nur die Auswertung für CLIP 1 Cluster mit  $p=0,03$  und die Abweichungen bei der SS 1 Untersuchung  $p=0,04$ . (Spearman's Rangkorrelation).

### 3.6.4 Geschlecht

Geschlechtsspezifische Unterschiede waren nicht nachweisbar (Spearman's Rangkorrelation).

*Tabelle 8: Zahl der auffälligen Punkte, Cluster und korrigierten Punkte je nach Alter*

		Auffällige Punkte			Cluster			Korrigierte auff. Punkte		
CLIP 1	Alter	Min	Max	Median	Min	Max	Median	Min	Max	Median
	5	4	12	8	1	4	3	1	1	1
	6	6	19	12	2	4	3	0	3	0
	7	0	22	4	0	5	1	0	3	0
	8	0	11	1	0	4	0	0	1	0
	9	3	8	5	1	2	1	0	3	1
	10	0	8	0	0	2	0	0	5	0
	11	0	12	1	0	3	1	0	1	0
	12	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	13	1	8	5	1	3	2	0	0	0
	14	0	2	1	0	1	0	0	1	0
	Alle	0	22	2	0	22	1	0	22	0

## CLIP 2

5									
6									
7	1	4	3	0	1	1	0	1	1
8	2	2	2	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	1	1	1	0	0	0
10	0	2	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Alle	0	4	0	0	4	0	0	4	0
	Auffällige Punkte			Cluster			Korrigierte auff. Punkte		

SS 1	Alter	Min	Max	Median	Min	Max	Median	Min	Max	Median
	5	11	17	14	4	4	4	0	5	3
	6	3	15	11	1	5	3	0	6	2
	7	2	13	5	0	3	2	0	3	2
	8	0	17	10	0	5	3	0	5	3
	9	2	16	3	1	4	2	1	3	2
	10	0	4	4	0	1	1	0	3	1
	11	0	13	3	0	3	1	0	2	1
	12	0	5	2	0	1	1	0	5	1
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	3	1	0	1	0	0	1	0
	Alle	0	17	4	0	17	1	0	17	1

## SS 2

5									
6									
7	7	9	8	2	3	3	0	4	2
8	7	7	7	1	1	1	4	4	4
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	4	2	0	1	1	0	1	0
11	0	5	2	0	1	1	0	2	0
12	0	3	1	0	1	0	0	3	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	2	0	0	1	0	0	1	0
Alle	0	9	1	0	9	0	0	9	0

### 3.6.5 Vergleich der beiden Strategien CLIP und Schnelle Schwelle

Im Vergleich CLIP zu Schnelle Schwelle gab es bei CLIP weniger auffällige Punkte (sowohl total als auch korrigiert), für die korrigierte Anzahl war dies für die erste und zweite Untersuchung signifikant. CLIP 1/SS 1  $p=0,001$  CLIP 2/SS 2  $p=0,03$  (Wilcoxon Test).

Für die zweite Untersuchung ergaben sich signifikant bessere Werte für CLIP bei Cluster CLIP 2 /SS 2  $p=0,02$  (Wilcoxon Test) und Abweichungen CLIP 2/SS 2  $p=0,01$  (Wilcoxon Test).

### **3.6.6 CLIP 1/CLIP 2**

Bei Ausschluss jener Kinder aus der Analyse, welche die zweite Untersuchung nicht durchgeführt hatten, ergab sich eine signifikante Verringerung der auffälligen Punkte in der zweiten Untersuchung. Signifikant war dies für die totalen Abweichungen  $p=0,048$  und die Cluster  $p=0,043$  (Wilcoxon Test). Für die korrigierten Abweichungen wurde kein signifikantes Niveau erreicht.

### **3.6.7 SS 1/SS 2**

Bei der Differenzierung der Werte für die beiden Schnellen Schwellen Untersuchungen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede.

## **3.7 Zuverlässigkeit der statischen Perimetrie**

### **3.7.1 Fixationsfehler**

Die Fixationsfehler waren bei CLIP 1 und 2 sowie Schnelle Schwelle 1 und 2 umgekehrt mit dem Alter korreliert (CLIP 1:  $p<0,000001$ , CLIP 2:  $p=0,01$ , SS 1:  $p=0,00001$ , SS 2:  $p=0,04$ , Spearmans Rangkorrelation).

Analog hierzu zeigte sich die Abhängigkeit von der Altersgruppe. (CLIP 1:  $p=0,00001$ , CLIP 2:  $p=0,01$ , SS 1:  $p=0,0001$ , SS 2:  $p=0,03$ ) (Spearmans Rangkorrelation). Tabelle 9.

Geschlechtsspezifische Unterschiede waren nicht feststellbar.

Die Unterscheidung nach Gruppen erbrachte lediglich für SS 1 mit  $p=0,02$  signifikant bessere Ergebnisse der Gruppe N.

Die Fixationsfehler waren bei SS 1 mit 29% im Median geringer als bei CLIP 1 mit 50%. Dies war statistisch signifikant mit  $p=0,03$  (Wilcoxon Test).

Bei der Wiederholungsuntersuchung ergaben sich Werte von 20% für die Schnelle Schwelle 2 und 29% für CLIP 2.

Bei der Kontrolluntersuchung CLIP 2 waren die Fehlerquoten geringer, ein signifikantes Niveau wurde nicht erreicht (t-Test).

In der Schnellen Schwelle 2 Wiederholungsuntersuchung waren die Fixationsfehler mit 20% im Median um neun Prozentpunkte gegenüber der ersten Untersuchung zurückgegangen. Signifikante Niveaus wurden nicht erreicht.

*Tabelle 9: Fixationskontrolle der einzelnen Untersuchungen für die Altersgruppen*

#### CLIP 1

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	16	0,25	0,00	0,75
2	20	0,54	0,00	1,00
3	13	1,00	0,33	1,00
Alle	49	0,50	0,00	1,00

#### CLIP 2

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	2	0,41	0,20	0,62
2	8	0,54	0,20	1,00
3	12	0,79	0,60	1,00
Alle	22	0,71	0,00	1,00

#### Schnelle Schwelle 1

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	13	0,43	0,14	0,75
2	20	0,73	0,25	1,00
3	13	0,88	0,27	1,00
Alle	46	0,71	0,00	1,00

#### Schnelle Schwelle 2

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	2	0,36	0,28	0,43
2	8	0,71	0,38	1,00
3	12	0,86	0,71	1,00
Alle	22	0,80	0,00	1,00

### 3.7.2 Antwortkontrolle

Auch für die Antwortkontrolle konnte eine Altersabhängigkeit nachgewiesen werden, welche allerdings nur für SS 1 signifikant ( $p=0,005$ ) war, (Spearman's Rangkorrelation). Tabelle 10.

Ebenso war bei Auswertung nach Altersgruppe für S1 ein signifikanter Zusammenhang nachweisbar mit  $p=0,03$ .

Für die Untersuchungen mit der CLIP Strategie war keine Altersabhängigkeit nachweisbar.

Bei Unterscheidung nach Geschlecht waren keine Unterschiede zu sehen.

Die Statistik nach Gruppenzugehörigkeit ergab signifikant bessere Werte für N bei CLIP 1  $p=0,005$  (alles Spearman's Rangkorrelation).

Die Antwortkontrollen waren bei Clip 1 und 2 sowie SS 1 und 2 im Median 100%. Der Vergleich der ersten Untersuchungen lieferte signifikant bessere Ergebnisse für CLIP 1 mit  $p=0,01$  im Vergleich mit der Schnellen Schwelle. Der Vergleich der beiden zweiten Untersuchungen zeigte keine signifikanten Unterschiede (Wilcoxon Test).

Bei Unterscheidung der ersten und zweiten CLIP Untersuchung ergaben sich signifikant bessere Werte für die erste Untersuchung  $p=0,04$  (Wilcoxon Test).

Der Vergleich der beiden Schnellen Schwellen Tests wies keine signifikanten Veränderungen nach (Wilcoxon Test).

*Tabelle 10: Antwortkontrolle der einzelnen Untersuchungen für die Altersgruppen*

#### CLIP 1

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	16	1,00	0,00	1,00
2	20	1,00	0,25	1,00
3	13	1,00	0,50	1,00
Alle	49	1,00	0,00	1,00

#### CLIP 2

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	2	1,00	1,00	1,00
2	8	1,00	0,00	1,00
3	12	1,00	0,00	1,00
Alle	22	1,00	0,00	1,00

### Schnelle Schwelle 1

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	13	0,50	0,00	1,00
2	20	1,00	0,25	1,00
3	13	1,00	0,50	1,00
Alle	46	1,00	0,00	1,00

### Schnelle Schwelle 2

Altersgruppe	N	Median	Minimum	Maximum
1	2	1,00	1,00	1,00
2	8	1,00	0,75	1,00
3	12	1,00	0,25	1,00
Alle	22	1,00	0,00	1,00

## 3.8 Kinetische Perimetrie

### 3.8.1 Graphische Beispiele

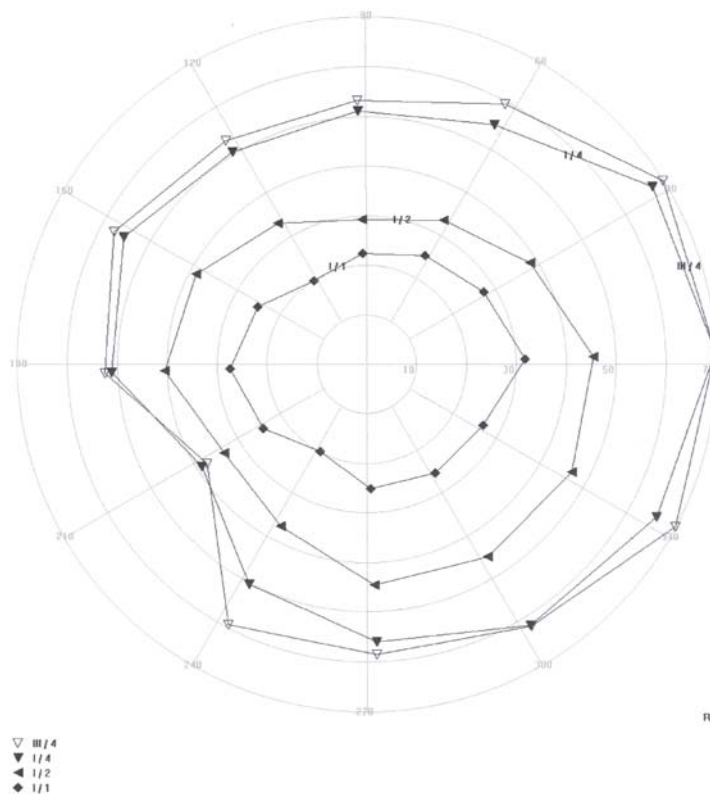
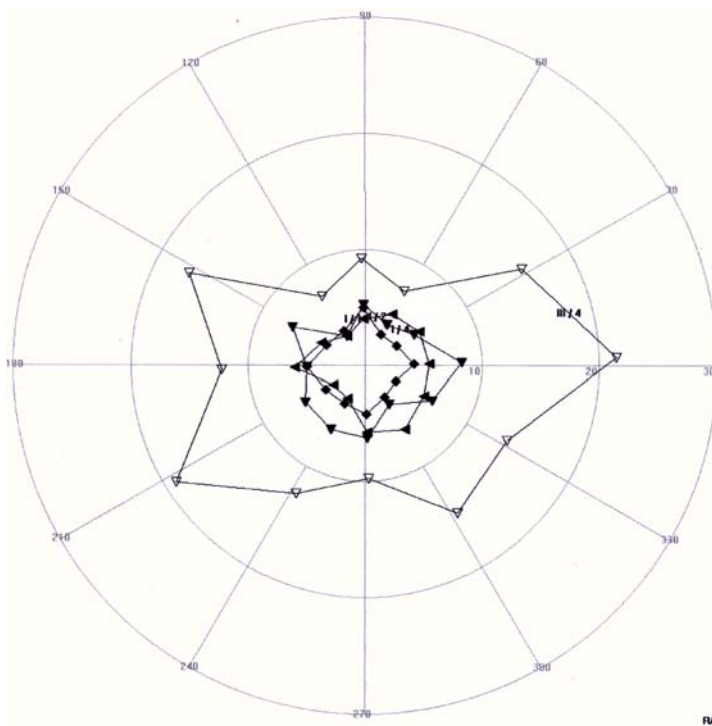


Abb. 10: normales Gesichtsfeld eines Kindes (rechtes Auge)(Patient Nr. 1, 11 Jahre)



*Abb. 11: Gesichtsfeld eines Kindes (rechtes Auge), das immer erst drückte, als der Stimulus bereits sehr zentral war (Patient Nr. 3, 11 Jahre), die Ergebnisse wurden von der Auswertung ausgeschlossen*

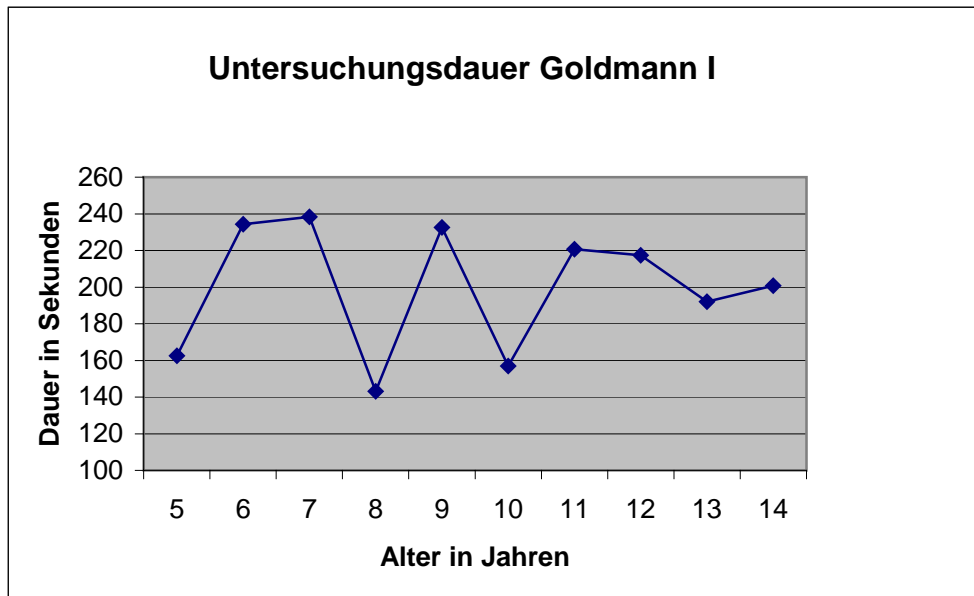
### 3.8.2 Testdauer

Eine tabellarische Darstellung der Testdauer der kinetischen Untersuchungen findet sich in Tabelle 11. Die mittlere Testdauer der Goldmann I Untersuchung lag bei 205 Sekunden (Standardabweichung (SD) 80 sec, Bereich 71 bis 426 Sekunden).

Die Dauer der zweiten, kurzen Goldmann-Untersuchung lag bei 77 Sekunden im Mittelwert (SD 29 sec). (28 bis 146 Sekunden).

Die Kinder, welche beide Untersuchungen durchführen konnten, brauchten für die erste Untersuchung im Mittel 181 Sekunden (SD 73 sec), für die zweite 70 Sekunden (SD 28 sec).

Die Auswertung der Testdauer beider Untersuchungen nach Alter ist in Abbildung 12, nach Altersgruppe, Gruppenzugehörigkeit sowie Geschlecht ist in Tabelle 11 dargestellt. Eine signifikant unterschiedliche Testdauer je nach Einflussfaktor ließ sich nicht finden (ANOVA).



*Abb. 12: mittlere Dauer der Goldmann I Untersuchung in Abhängigkeit vom Alter*

*Tabelle 11: Zeitdauer der kinetischen Untersuchungen in Sekunden*

Alter	Goldmann 1					Goldmann 2				
	N	MW	SD	MIN	MAX	N	MW	SD	MIN	MAX
5	2	162,50	30,41	141,00	184,00	1	80,00	0,00	80,00	80,00
6	7	234,29	52,79	154,00	326,00	2	85,00	4,24	82,00	88,00
7	7	238,29	91,07	171,00	426,00	3	108,00	27,62	86,00	139,00
8	5	143,20	64,24	71,00	239,00	1	28,00	0,00	28,00	28,00
9	4	232,50	87,95	148,00	319,00	4	87,25	42,47	51,00	146,00
10	5	157,00	24,99	114,00	179,00	5	62,40	9,81	50,00	75,00
11	6	220,67	119,97	112,00	399,00	5	66,80	21,44	37,00	96,00
12	6	217,33	105,37	107,00	412,00	5	76,60	27,55	42,00	108,00
13	2	192,00	12,73	183,00	201,00	1	66,00	0,00	66,00	66,00
14	5	200,80	63,67	115,00	267,00	5	83,60	40,85	48,00	133,00
Alle	49	205,71	80,01	71,00	426,00	32	77,00	29,32	28,00	426,00

Altersgruppe	N	MW	SD	MIN	MAX	N	MW	SD	MIN	MAX
1 (5-7)	16	227,06	71,64	141,00	426,00	6	95,67	22,24	80,00	139,00
2 (8-11)	20	187,75	86,86	71,00	399,00	15	68,20	27,88	28,00	146,00
3 (12-14)	13	207,08	78,09	107,00	412,00	11	78,82	31,64	42,00	133,00
Alle	49	205,71	80,01	71,00	426,00	32	77,00	29,32	28,00	426,00

Gruppe	N	MW	SD	MIN	MAX	N	MW	SD	MIN	MAX
N	21	202,00	85,95	112,00	412,00	15	72,53	26,77	37,00	133,00
S	28	208,50	76,75	71,00	426,00	17	80,94	31,68	28,00	146,00
Alle	49	205,71	80,01	71,00	426,00	32	77,00	29,32	28,00	426,00

Geschlecht	N	MW	SD	MIN	MAX	N	MW	SD	MIN	MAX
W	27	208,74	95,29	107,00	426,00	15	68,13	22,96	37,00	123,00
M	22	202,00	57,99	71,00	297,00	17	84,82	32,65	28,00	146,00
Alle	49	205,71	80,01	71,00	426,00	32	77,00	29,32	28,00	426,00

### **3.8.3 Goldmann 1**

Die Ergebnisse der kinetischen Untersuchung zeigten generell eine hohe Variabilität der verschiedenen Kinder, sogar derer im selben Alter. Bei einem 11jährigen Jungen (Proband Nummer 3) war die kinetische Untersuchung nicht durchführbar. Trotz mehrmaliger Erklärung drückte der sehr nervöse Junge immer erst auf den Antwortknopf, als sich der Stimulus bereits sehr zentral befand (Abb. 11). Fingerperimetrisch wie auch in der statischen Untersuchung waren keine derartigen Gesichtsfeldsausfälle zu verifizieren. Auch lag keine Erkrankung vor, die eine solche Einschränkung erklären könnte. Die Ergebnisse der kinetischen Untersuchung dieses Jungen wurden von der Analyse ausgeschlossen. Ein gegenteiliges Beispiel stellte ein fünfjähriges Mädchen dar, das in der Lage war, den gesamten Test zu vollenden und nur eine geringe Abweichung bei der Nachtestung hatte.

Die Resultate der Kinder an den einzelnen Punkten sind in Tabellen 12 – 15 einzusehen.

Tabelle 12: Werte an den Meridianen in Grad für den Stimulus III<sub>4</sub>

Pat. Nr.	2	32	62	92	122	152	182	212	242	272	302	332
1	70	70	59,5	53,25	53,25	57,25	52,5	37,75	59,5	58,5	62,25	70
4	69,5	63,25	54,75	52,75	51	56,25	53,5	45,75	57,75	58	69,25	65,25
5	52,75	57,25	51,25	44,5	54,75	48	56,75	48,75	47,5	59,5	58,75	52,75
7	55	55,25	50	49,25	61,25	61,25	56	37,75	37	54,5	55,5	52,5
8	68,5	54,75	46,75	44	44	54	47,25	40,75	50,5	46,25	61,25	68,25
9	52,75	53,75	46,25	46,5	57,25	54	60	57,75	46,25	58,75	53	48,75
10	54	60	48	34	32	38,5	42,75	44	51,25	44,5	46,25	54,75
11	69,25	52	63	40,75	50,25	55,5	40,25	35,75	48	42,75	48,25	65,5
12	70	69,5	60,5	44,5	48,5	40,75	50,5	51,25	55,75	61	65,25	69,5
13	70	70	53,5	53,25	51,75	57	55,75	52,5	58,5	62	64,75	70
14	68	67,25	56	49,5	48,25	51	41,5	45	54	59,75	59,25	63,5
15	68	67,75	60,5	52,5	53,75	57,25	54,75	50,75	57,5	65,25	67	67,25
16	70	69,25	48,75	46,75	49,5	57	53	48,5	58,25	69,25	70	69,75
17	33	49,75	43,75	39	46,75	44,75	56,25	40,5	55,25	18,5	50,5	55,75
18	69,75	67,25	55,75	44	42	51	50	44	51,5	62	67,75	70
19	54,75	46,25	47,75	45,75	50,5	57,75	58,75	55,5	54,75	64,25	59	50,75
20	54	57	51,25	50,75	50,75	53,25	55,75	42,75	51,75	57,75	55	50
21	56	58	53,25	53,25	62,5	57,25	60,5	49,25	60,75	67,75	58,5	51,25
22	68	65	32,5	49,5	52,75	57,75	54,75	51,75	54	60,75	53,25	69,25
23	69,5	70	54,5	51,25	50,5	55	53,25	49,5	48	64	70	70
24	69,25	65,5	54	48,5	51,75	56,5	34,75	30,25	40,25	58,25	68,25	70
25	69,75	69,75	55,25	51,25	51	55,75	55	51	57,25	63,25	66,25	70
26	70	61,75	43	42,5	45,75	52,5	56,5	52,75	51	65,5	69,75	70
27	68	60,5	59,5	46,5	46,75	42,75	51,75	50,5	50,75	64,25	67,5	68,25
28	53	56,25	51,75	36,5	48,75	48,25	50	44,5	52	56,5	57,5	54,75
29	53,75	52,75	45,75	29,5	41,25	53,25	55,25	40	46,5	59,25	57	48,75
30	69,25	70	60,5	52,25	53	56,75	55	42,5	58	57,75	62,25	69,75
34	56	63,5	50,5	46,75	51,5	37	51,25	45,25	49,25	54,5	38,5	61,5
35	64	64,5	51,25	45,75	38	47,5	53,5	46,75	49,5	61,75	51,5	66
36	52,75	53,25	40,5	32,5	37,75	44,75	50,25	53,25	46,75	60,5	51,75	51,25
37	70	62,75	47,25	43	47,75	47,5	44,75	33,5	57	62,75	56,25	67,25
38	69,5	67	62,5	54,25	41,5	59	53,75	51	58,25	68	68,5	69,75
39	70	66,5	54	45,75	48,5	53,5	52,75	42	55,5	47,25	67,75	69,25
40	70	70	57,5	53	52,75	51,25	56,75	49,5	57,25	60,25	70	70
41	69	66,75	60,5	53	52,5	53,25	54	51,25	58,25	70	69	68,25
42	50,25	54,25	47,5	48,25	58,5	60,75	51,75	46,25	54	56	57	50,5
43	63,75	62	53,25	52	51,25	53,5	53,25	43	53,5	49	52	63,5
44	67,25	62,75	44,75	38,5	35,25	38,25	44,5	43	47,25	56,75	61,5	67
45	70	69,75	49,75	47,25	49	57,25	56,75	53	58	69,75	69,5	70
46	68,75	65,75	46,75	48,25	47,75	54,25	54,5	51,5	55,25	55,5	60	65,5
47	70	68,75	63	44	52,5	57,25	54,75	52,25	46,25	66,5	69	70
48	68,75	70	60,25	53	52,5	57,25	53,75	51,75	55	61,25	69,25	67,5
49	68,75	61,25	54,75	49,25	51	56,25	50	45,25	57,25	59,75	63,25	67,25
50	66,5	65	66,75	50,5	50,5	49	49,5	52	58,5	61	67,5	69,25
51	70	70	59,25	53	50,25	51	52,75	44,25	50	61,5	70	70
53	69	68,75	63,75	53,25	53,5	53,25	54,25	49,5	51,75	60	65	69,75
54	69,5	68,5	55,25	48,5	52,25	54	52,75	45	40,25	52,25	68	68
55	70	68	52,75	48,75	52,25	57,75	55,5	46	55,25	63	70	70
56	68	70	61,5	53,25	53	56	54,75	53	57,25	65,25	69,5	70

Tabelle 13: Werte an den Meridianen in Grad für den Stimulus I<sub>4</sub>

Pat. Nr.	2	32	62	92	122	152	182	212	242	272	302	332
1	70	67,5	54,75	51,25	50,5	55	51,25	39	50,25	56	62	65,75
4	68	66	60	50	49,5	55,75	52,25	50,25	49,5	60,75	63,25	67
5	54,75	55	49	44,75	57,5	58,75	58,75	46,25	49,25	51,5	52,25	50,75
7	55,25	53,5	46,5	42,75	52,25	60,75	49	43,75	51	49,75	52,5	50,25
8	68,5	58,75	42,25	44	41,25	54,5	35,5	38,5	44	29	50	67,5
9	48,5	41,25	47,5	49,25	49	59,5	53,25	49	54,25	55,75	47,5	43,75
10	49,25	38	33,75	28,25	30,5	34,75	31	36,75	32	31,25	42,25	51
11	68,75	62,75	47	40,5	48,5	56	39	31,75	47,75	49,75	43,25	62,75
12	69,25	67,75	59,5	50,5	48,5	36,25	55,5	49	49,25	58,25	68,75	69
13	70	65	61	49,5	49	56,75	55,5	51,5	51,25	62	63,5	66,25
14	65	63,5	51,75	49,75	50,75	49	51,75	38,5	52,5	53,5	54,75	65
15	66,25	66,75	59,5	48	48,5	54,25	55,75	47,5	51,25	60,25	63,25	66
16	70	67,25	46,75	41,75	47,75	54,75	49,75	46,75	53,25	61,25	66,5	67,5
17	56	55,25	44,5	38	42,75	55,25	48,5	33	45,5	48	40,5	63,25
18	67	70	56	44,75	40,75	48,75	42	44,5	51,25	60	64,25	63,5
19	51,75	56	54	51,25	48,5	53,25	58,75	48,75	48,75	50,25	60,5	52,75
20	55,25	55,5	50,75	47,5	53	58	54,5	37	44,25	56	51,75	51,5
21	56	53,75	50,75	50,25	51	62,75	56,5	48,5	61,5	61,75	52,25	51
22	64,75	64,5	54,5	52,5	50,5	45,5	56,5	48,75	49	57,75	59,25	66
23	70	65,75	51	49,75	41,25	51,5	53,75	48,75	50	54,75	64	67,5
24	69	60,75	46,5	45,25	47	50	44,75	36,75	36	60,75	60,5	68,5
25	69,5	70	56,5	49,5	48,5	53,75	54,5	49,25	47,5	63,75	68,25	64,25
26	70	48,25	35,5	37,5	33	51,25	56,5	51,25	51,75	55,25	69	67,75
27	68,25	66,75	56,25	46	43	45,25	51	41	48,75	57,75	65,5	67,75
28	57,5	59	46	35,25	42,75	44,5	51,25	45,5	46	55,25	63	61,75
29	55,25	52	40,5	38,75	37,5	54,75	59	37,5	41,75	44	49	51
30	64,75	69,5	58	51,25	50,25	52,5	55	46,25	50	57	63,5	62,25
34	63,75	53,75	49,5	44	34	48,5	40	39	28,75	55,5	65	61,75
35	66,5	61,5	45,5	42,75	39,75	45,5	54,25	45,75	47,75	54,25	47,5	65,25
36	24,75	46,25	39,75	20,75	32,5	42,5	52,25	38,25	45,75	47	47,5	46,5
37	68,75	55,25	47	37,75	43	42,75	31,75	33,5	48,75	47,75	52,25	66,5
38	68	66,5	60,5	51	50	55,5	53	48,75	53,25	52,75	66,25	68,75
39	66,5	58,75	42,75	32,5	47,5	50	42,5	40,5	51,25	56,5	63,5	66,75
40	70	68	55,5	48,25	50,25	53,75	53,75	46	46,25	56	60,5	68,25
41	69,25	64,25	50,5	48,25	47,75	51,5	53	48,75	52	57,25	58	66,5
42	44,75	16,75	39	30	23,25	52,5	47,5	42,25	51,5	61,5	43	30,75
43	64,25	57,25	47,25	46,75	40	52,5	50,25	43	52,5	49,25	62	64,25
44	61,75	62,5	49,5	38	38,25	48,5	45	40,25	50,5	54,5	64,5	63
45	70	67,75	54	48	50,75	55,25	55,75	51,75	52	37,5	68,75	70
46	69,5	56,25	52,25	44,5	49,75	55,25	51,75	48	47,5	49,5	60,75	68,5
47	69,5	67	58,5	49,5	49,5	55,75	54,25	50,25	53	62,75	67,75	70
48	69,75	56,5	57,25	50	50,5	53	52,25	50,75	50	61,75	69,75	67,75
49	63,25	63,75	51,5	42,75	51	53,25	52,5	39	49,25	53,5	57,75	68
50	69,75	62	49,25	47,5	43,75	45	54,5	53	52,25	60,25	64	67,5
51	70	66,75	57	49,5	48,75	49	51,75	43,5	46,75	55,25	60,25	67,75
53	62,25	59,5	55	45,75	45,5	45,75	44	43,75	45,5	50,25	52,75	57,75
54	69,5	66,5	55,25	48,75	50,25	52,25	52,25	43,75	38,75	62,75	66	63,25
55	70	65,75	52,5	45,5	50,5	55,75	54,75	45	53,25	54,75	67	70
56	64,25	61,5	58,25	45,75	48,75	51,75	52,5	45,25	47,5	59,75	59,75	64,25

Tabelle 14: Werte an den Meridianen in Grad für den Stimulus  $I_2$ 

Pat. Nr.	2	32	62	92	122	152	182	212	242	272	302	332
1	45,5	38,75	33	29,25	33,5	38,75	40,5	33,75	37	44,5	45,75	46,5
4	46,5	46,5	30	27,75	32	38,25	38,25	41	40	42,25	49	52,25
5	39,25	32,5	32,75	17	33,5	39,5	20,5	38,75	37	30,5	24	36,5
7	37,25	34,75	31,5	26,25	34,75	26	41,5	51,5	34,25	31,75	43	42,75
8	28,75	19,75	10,25	8,75	15,75	16,25	22	18,75	19,75	12,5	28,25	24,5
9	38	34,5	32,75	27	32,75	41,25	56	48,5	45	37,75	36,75	37,25
10	32,75	26,25	22,75	20,25	22,75	25,75	20,5	25,75	18,25	16	15,5	16,25
11	38,75	31,75	17,25	25	21,25	33,25	21,75	27,5	38,25	33,75	31	40,25
12	46	46,5	31	25	1,25	37,75	39	41,75	33,25	35,25	49	45
13	57	47,5	35	25,5	33,75	38,25	29,25	38,75	41,5	43,75	44	47,5
14	51	40,75	30,25	25,25	17,25	37	39,5	38	42,75	43,25	41,5	49,25
15	54,75	43	33,5	28	30,5	37,75	41,75	40,75	43	44,25	48,75	51,25
16	43	38,5	27,25	27,25	30,5	33,5	36	32,5	32	30,75	35,5	42
17	40,5	38,75	25,5	23	28,5	32	16,75	40,25	28,75	18,75	32,75	35,75
18	52,5	47	32,25	29	32,75	37,5	38,75	33,5	38	42,75	44,5	52
19	42	37,75	27,25	19,75	35,75	46,75	49	48,25	43,75	27,75	26	41,25
20	35,75	32	32,25	29	34	45	40,75	33,75	39	43,75	41,25	41,5
21	42	36,75	33,5	28,75	33,25	46,5	52	36,5	36,25	42,75	42,5	41,75
22	47,5	49,5	30,25	29,5	30,5	36,5	31,25	38	42,75	39,75	36,75	48,25
23	49,5	39,5	36,25	28,75	29,5	38,5	38,25	34,75	37,75	35,5	41,5	48,75
24	45,25	38,25	16,75	28,25	26,75	34,75	35	35	30	28	34,25	43
25	54	48	33,75	30	33,5	40	36,5	42,25	41,25	39,75	41,5	52,5
26	55,25	36,25	17,75	31	23,75	33,5	41	40,5	28,5	20	21,75	34,5
27	56,75	49,5	36,25	23	27,25	32,75	30,75	40,75	39	39,75	45,75	48,75
28	49,75	43,75	30,75	25,5	31	36	36,75	35,75	39,75	40,75	42,5	42,25
29	40,5	23,25	26,25	28,75	18,5	32	44,5	29,5	23,25	27,5	25,5	42,25
30	50,25	49,5	36,5	30,5	33,25	32,5	39	34,25	41,5	40	43	51,75
34	57,25	46,5	24,75	20,25	30	38,5	40,25	38	37,75	33	42	47,5
35	47,5	43	33,5	25,25	26,25	35,5	36,75	36,75	39,75	38,5	43,25	36
36	40	36,25	31,75	29,75	32,75	43,5	41,75	36,25	33,75	39,25	40,75	42,25
37	53,25	40,5	26,75	22	26,75	39,75	33,75	31,5	35,75	39,75	37,75	50,75
38	57,5	49,5	34,25	30,25	34,25	38,5	42,5	40,75	41,75	45	42	50,5
39	42,75	36,25	26,5	23,5	26	31,25	33,25	29,5	28	28,25	29,25	37
40	54,5	45	28	24,75	32,25	38	38,5	35,75	37,25	30	33,75	48,75
41	48,25	33,75	24,25	26	29,75	36,25	39	38,25	33,5	32	34,75	38
42	42,25	38,75	33,25	0	30	44,75	34	46	48,25	44,25	43,75	42
43	48,25	45,25	28	15,75	30,75	34,25	35,5	40	34,25	39,75	47	40,75
44	57	42,25	27,5	25,75	33,5	31,75	35	32,5	27,75	41,75	47	53
45	54,25	43,25	30,25	22,75	26	32,25	38	36	34,75	37,75	43,5	48,5
46	57,5	46,75	33,75	32,5	29,5	25,5	41,75	41,25	40,5	42,25	42,5	40
47	57,75	45,5	35,25	30,5	33,75	40,25	42	42	42,75	45,25	50	56,5
48	43,5	45	28,25	26,25	33,25	36,75	42	34	40,5	43,5	39,75	50,5
49	48	47,5	32,25	27,5	31	36,25	40,5	41,5	43	44,75	48,5	50,5
50	47,75	45,25	32,25	27,5	28,5	36,25	35,5	41,75	42,25	41,75	47,25	50,25
51	51,75	44,25	31,5	27,25	33,5	36,75	35,5	30,75	30,5	38,75	30,25	48,5
53	50,25	42,5	23,25	27,25	29	28	30,75	31,75	31,75	37	43	41,25
54	54,75	46,25	34,25	28,5	28,75	35,5	37,75	35	29,25	31,25	38	41,25
55	56,25	44,25	31,75	29,5	31,75	36,75	35,5	34,25	34,75	31,75	38,25	51
56	46	37,75	32,25	22,25	25,5	32,25	35	25,25	33,5	35,5	43,5	35,75

Tabelle 15: Werte an den Meridianen in Grad für den Stimulus  $I_1$ 

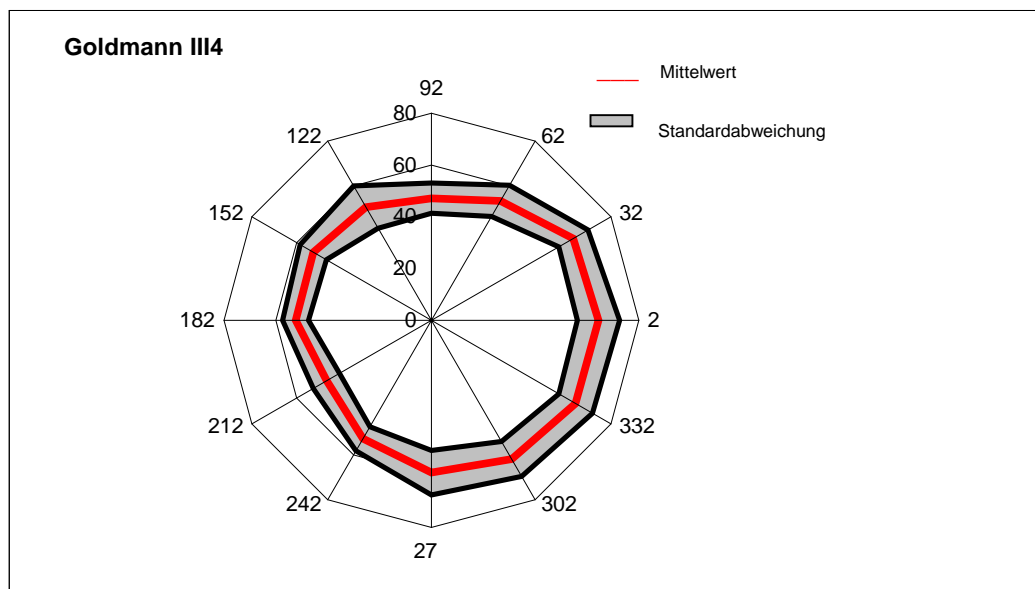
Pat. Nr.	2	32	62	92	122	152	182	212	242	272	302	332
1	31,75	27,75	25	22,5	20	24,75	27,5	24,5	20	25,25	26	26,5
4	31	29	25,25	21,25	21,75	18,5	26,5	26,75	24,5	20,5	6,25	31,25
5	7,5	8	9	23	9,5	3	17,25	24,75	4,75	15,25	23,25	29
7	6,75	24,5	0,5	17,25	20,5	23,75	29	31	26,5	8,25	0	11,25
8	15,75	3	1,5	4,25	4,75	9,75	10,75	0	3,75	3,25	4,25	3
9	29,5	22,25	21	24	26,25	22	26	22,25	22,5	18,25	23,75	25,5
10	14,5	14	7,75	10,25	9,25	10,75	15,75	10,25	9,75	8,25	7,25	6,5
11	30	25	0	0	17,5	24	26,75	10	25,75	17,25	14,5	27,25
12	30	23,5	19,5	20,5	0	24,75	5,25	22,5	25,5	17,75	26	32,5
13	27,25	22	23	23,25	20,5	20,5	29,75	24,25	24,5	18	22,75	26
14	28	21,75	18,5	17	22,25	25,25	27,75	22	22,25	17	30,75	17,25
15	31,75	25,25	25,25	21,75	21,25	19,25	29	25,75	20,75	23,25	29,25	29,25
16	27,5	12	17	14,25	15,25	16,25	17,75	13,5	13,25	17,5	23,75	27,75
17	29	15,75	15	16,5	1,5	11,75	14	18,25	18,25	10,75	18,25	29
18	27,5	29,25	28,5	22,25	20	24,25	21	19,5	20,75	21	20,25	27,75
19	29,5	17,5	13,5	9	20,75	22	34	6,25	19	19	13	11,5
20	23,25	21	21	22,25	24,25	25,5	26,75	22,5	23	17,25	24,25	30,25
21	25,75	15	21,25	21,75	27,5	15	25,25	15	28,75	26,75	22,75	25,75
22	8,75	3,75	6,75	23,25	17	21	30,5	19,25	7,5	13	13	0
23	27,25	18	26	22,75	22,5	20,25	20,5	28,25	26,5	17,75	28	28,25
24	26,25	11	15,5	12,75	12,75	18,5	17,5	20,75	12,75	17,25	25,75	22
25	31,25	27,5	28,25	18,75	18,5	21	29,25	18,75	20,75	20,25	22,25	30,25
26	32,25	27,25	16,25	12,75	21,5	21,75	22,5	22,25	19,75	12,75	13,25	30,75
27	26	9,75	20,25	13,75	17	10,75	28,25	13	23,75	20,75	26	30
28	25,75	19,25	17	18,25	18	21	15,75	17,25	17,75	17,75	28,25	26,75
29	0	12,75	15,5	21,75	11	7,25	24	21,25	3,25	15,5	19	19,75
30	31	22	23	24,75	22,5	25,25	28,5	27	26	21	23,5	33,75
34	24,5	25	20,25	6,5	6,5	13,5	18,75	12,5	24,25	15,25	24	33
35	26	22,75	17,25	19,75	18	21,25	27,5	19,75	16,75	16,75	17,75	30,25
36	26,25	21,25	17,5	20	16,25	19,25	21,75	26	15,5	5,5	15	25,5
37	27,5	3,75	0	0	1,5	4,5	18	24	18,75	0	0	8
38	32	22,75	28,75	18	21,75	11,25	32,25	27,25	10,75	26,75	23,25	33,5
39	31,5	12,75	5,75	9,75	7,25	17,5	20,5	20,5	20,5	12,5	15,25	18,25
40	32,25	29,25	18,25	17,5	15,5	18	29,25	26,75	20	14,25	29,25	25,75
41	24,25	15	20,5	11,25	11,75	15,5	21,75	15	19,75	13,75	13	21
42	30,25	13	5,75	5,25	2,25	16	13,75	20,75	30,25	12,75	12,25	0
43	16,5	18,75	15,75	20,25	10,75	15,25	18,75	20,25	15,5	16	20,5	20,5
44	30,25	27,25	14,25	18	14,25	24,25	24,25	29,75	17,25	17,5	28,5	33,25
45	23,5	25	14,75	13,25	18	23,25	19,25	17,25	17,25	17,75	20,75	18,75
46	30	26,25	28,25	22,5	20,75	24,75	30	21,75	17,75	19,5	11,5	30
47	32,25	29,5	28,5	23,25	22	26,25	31	29,25	26,75	28	32,5	34,25
48	25	23,25	25	15,75	19,25	18,5	27	18	26,75	12,25	14,25	30,25
49	31	23,75	11	22,25	21,5	22	8,5	14	18,75	9,25	17,25	32,25
50	22,5	29	22,5	16,75	6,75	25,25	26	26,75	24,25	24	27,25	23,25
51	30,75	25,5	19,25	15,5	17,75	18,5	17	17,25	17,25	12,5	18,5	18,25
53	26	18,75	16,75	13,25	11,75	18	18,75	13,75	19,5	12,75	23,5	24
54	30,75	25	17,75	14,5	16	21,75	20,25	24	19,5	12,25	14,75	33
55	31	24,5	21	14,5	16,5	19,5	21,25	17,5	16,25	17	22	27,75
56	27	20	13,75	14,25	17	18,75	11,25	19	20,25	12,5	21,5	21,75

Die Ergebnisse der 49 Kinder wurden analysiert.

Die Exzentrizitäten wurden für die einzelnen Meridiane gemittelt. Die Mittelwerte mit den dazugehörigen Standardabweichungen für die vier Marken auf den zwölf Meridianen sind in Tabelle 16 und graphisch in Abbildung 13 - 16 (III<sub>4</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>1</sub>) aufgeführt.

*Tabelle 16: Mittelwerte mit den dazugehörigen Standardabweichungen für die vier geprüften Marken*

III <sub>4</sub>		I <sub>4</sub>		I <sub>2</sub>		I <sub>1</sub>			
Meridian	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	
2	64,44		8,14	63,56	8,83	47,68	7,25	25,83	7,36
32	63,24		6,51	59,67	9,60	40,73	6,82	20,20	7,12
62	53,28		6,92	50,77	6,65	29,51	5,52	17,21	7,77
92	47,22		5,87	44,60	6,71	25,35	5,73	16,57	6,21
122	50,55		9,42	45,68	6,70	28,99	6,11	15,85	6,78
152	52,65		5,88	51,60	5,69	35,84	5,58	18,79	5,64
182	52,40		5,03	50,62	6,55	36,76	7,48	22,52	6,61
212	46,72		5,84	44,19	5,45	36,71	6,12	20,16	6,29
242	52,75		5,38	48,40	5,54	36,18	6,40	19,29	6,25
272	58,82		8,53	54,32	7,39	36,20	7,92	16,11	5,74
302	61,80		7,70	58,89	8,05	39,13	7,87	19,55	7,70
332	64,24		7,49	62,33	8,27	44,00	7,53	24,11	8,95



*Abb. 13: gemittelte Ergebnisse für die Marke III<sub>4</sub>*

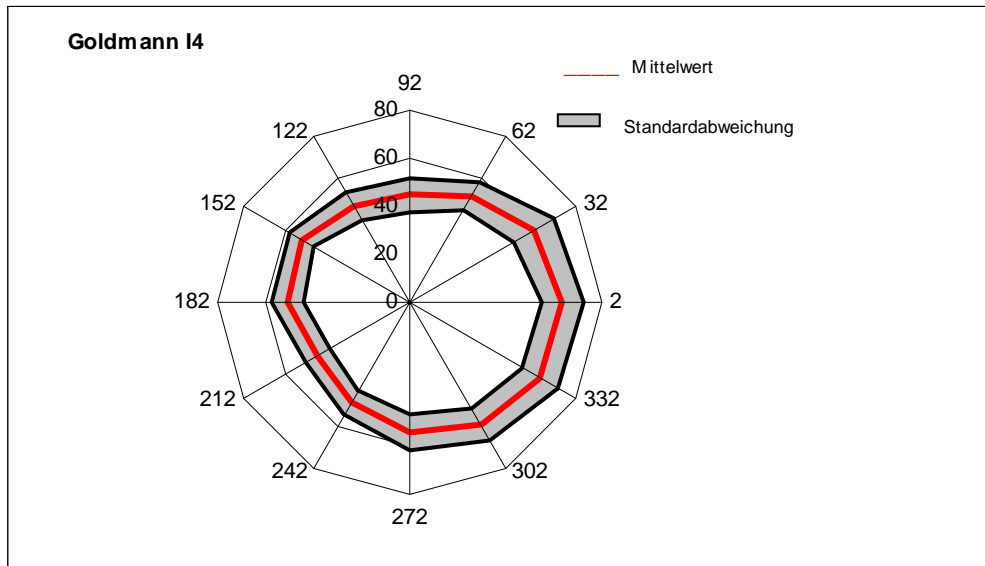


Abb. 14: gemittelte Ergebnisse für die Marke  $I_4$

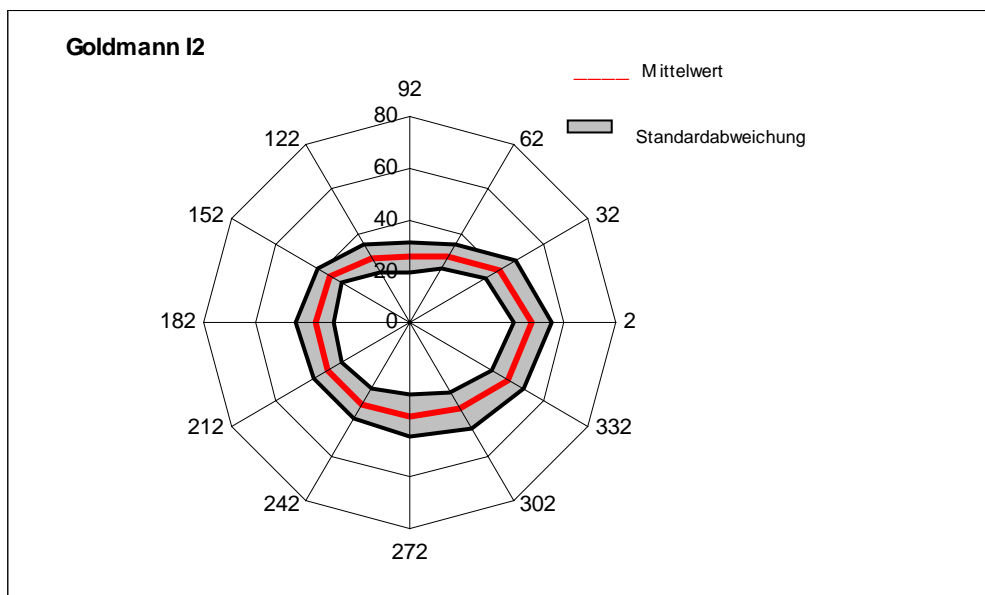
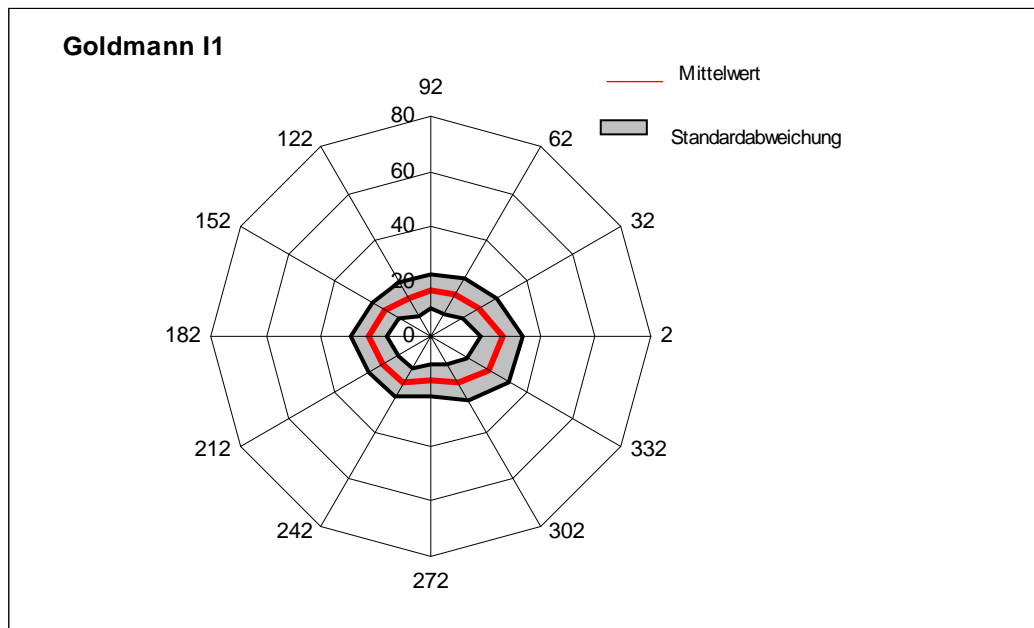


Abb. 15: gemittelte Ergebnisse für die Marke  $I_2$



*Abb. 16: gemittelte Ergebnisse für die Marke I<sub>1</sub>*

### 3.8.3.1 Stimulus III<sub>4</sub>

Die Ergebnisse sind in Tabelle 17 sowie in Abbildung 13 dargestellt.

Bei der Auswertung nach dem Alter (Tabelle 17) zeigte sich tendenziell ein weiter peripheres Erkennen der Lichtstimuli bei zunehmendem Alter. Ein signifikanter Zusammenhang ließ sich nicht nachweisen (ANOVA).

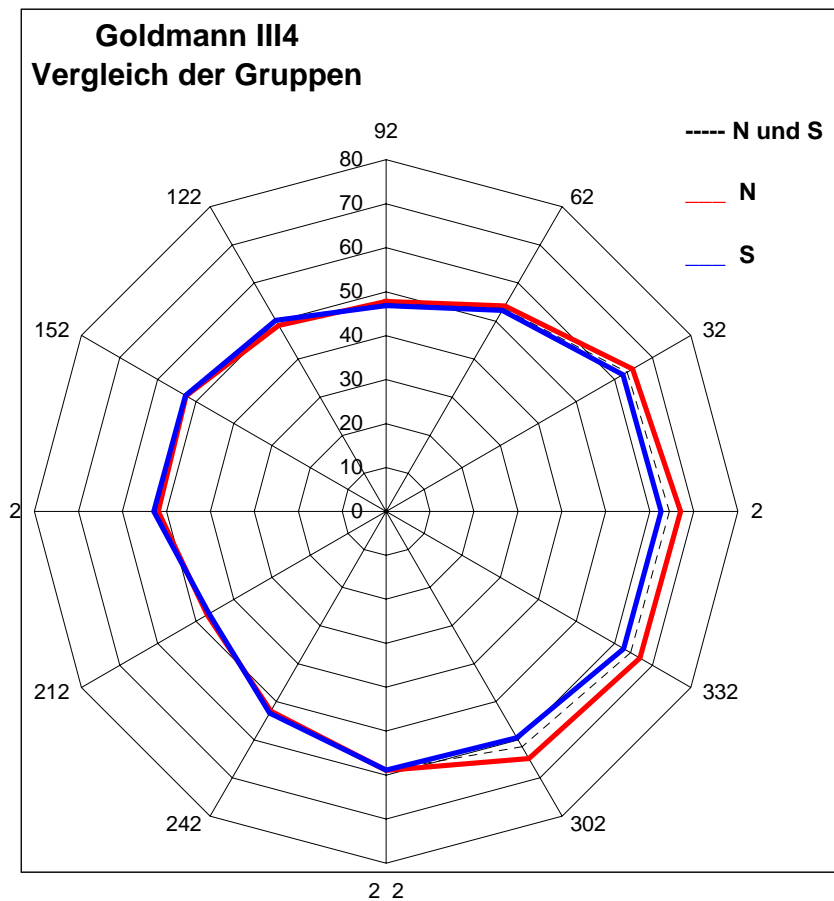
Vergleichbare Ergebnisse lieferte die Unterscheidung nach Altersgruppe, ebenfalls ohne signifikantes Korrelat (ANOVA).

Bei der Auswertung der Ergebnisse mit Unterscheidung nach Gruppen zeigten sich in den temporalen Meridianen deutliche Wertunterschiede der beiden Gruppen, die restlichen Meridiane waren weitgehend ausgeglichen. An den Meridianen 302° ( $p=0,01$ ) und 332° ( $p=0,05$ ) erzielten die Kinder der Gruppe N signifikant bessere Ergebnisse als jene der Gruppe S (ANOVA). Graphisch dargestellt als Mittelwertvergleich der beiden Gruppen in Abbildung 17.

Eine Unterscheidung nach Geschlecht lieferte keine signifikanten Unterschiede (ANOVA).

Tabelle 17: Auswertung der Ergebnisse für den Stimulus III<sub>4</sub>

Alter	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
5	2	59,63	59,38	56,50	48,50	53,88	51,50	54,75	54,88	52,38	59,88	60,25	59,00
6	8	63,63	60,34	50,28	44,34	47,75	52,19	50,59	45,66	50,16	55,41	55,69	63,19
7	7	64,96	63,50	50,14	45,61	47,68	48,61	48,93	42,86	50,18	57,96	56,96	63,89
8	4	65,31	65,44	60,13	49,00	62,44	54,38	54,88	50,38	50,94	63,50	65,31	65,56
9	4	55,00	58,63	52,75	46,69	51,13	51,38	53,38	47,25	53,75	50,00	61,06	60,50
10	5	66,65	67,50	59,00	51,25	53,45	52,35	54,70	48,05	56,35	62,65	65,10	66,10
11	6	64,50	60,29	51,00	45,75	48,83	56,17	54,17	45,42	54,17	58,88	62,38	62,96
12	6	64,33	64,29	51,50	46,58	47,42	51,63	53,25	48,04	54,50	60,42	63,00	63,63
13	2	69,25	68,38	57,50	52,13	51,50	54,13	53,63	50,38	53,13	67,00	69,50	69,13
14	5	69,70	66,95	53,55	49,10	50,25	55,85	50,55	44,40	53,75	59,30	68,20	68,90
Alters- gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
1	13	64,63	61,69	52,06	46,38	49,88	52,62	50,54	45,87	50,37	56,10	58,98	63,44
2	23	62,79	62,59	54,00	47,02	49,65	52,11	53,53	47,04	53,39	59,13	61,01	63,41
3	13	67,15	65,94	53,21	48,40	49,13	53,63	52,27	47,00	54,00	61,00	66,00	66,50
Gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
N	21	66,98	64,71	53,95	47,73	48,82	52,57	51,81	46,99	52,40	58,86	64,95	66,68
S	28	62,54	62,13	52,77	46,84	50,14	52,71	52,85	46,52	53,01	58,79	59,43	62,41
Geschlecht	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
W	27	64,27	63,29	53,61	47,66	50,20	52,56	53,01	47,00	52,92	58,11	61,19	63,63
M	22	64,65	63,18	52,86	46,68	48,81	52,76	51,66	46,38	52,55	59,69	62,55	64,99
Alle	49	64,44	63,24	53,28	47,22	50,55	52,65	52,40	46,72	52,75	58,82	61,80	64,24



*Abb. 17: Vergleich der Gruppen N und S für den Stimulus III<sub>4</sub>*

### 3.8.3.2 Stimulus I<sub>4</sub>

Diese Ergebnisse sind in den Tabellen 18, sowie in Abbildung 14 dargestellt.

Die altersabhängige Auswertung zeigte, ähnlich den Ergebnissen von III<sub>4</sub>, höhere Werte bei höherem Alter der untersuchten Kinder, jedoch ohne einen nachweisbaren signifikante Zusammenhang (ANOVA).

Die Unterscheidung je nach Altersgruppe und Geschlecht zeigte keine signifikanten Zusammenhänge.

Die Auswertung nach Gruppen erbrachte ausgeglichene Werte, (ANOVA).

Tabelle 18: Auswertung der Ergebnisse für den Stimulus I<sub>4</sub>

Alter	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>5</b>	2	59,13	51,63	48,38	48,38	46,38	52,25	53,88	51,00	53,25	58,00	55,75	55,63
<b>6</b>	8	59,91	60,19	48,34	41,25	44,41	49,00	51,03	41,97	47,09	53,69	55,78	62,22
<b>7</b>	7	64,43	59,25	50,36	43,07	44,11	50,50	44,46	41,07	47,18	52,93	59,14	62,64
<b>8</b>	4	63,63	62,00	55,75	47,75	50,63	53,94	52,50	47,25	50,25	54,31	59,75	61,81
<b>9</b>	4	59,69	48,81	49,25	41,00	39,88	51,50	49,81	41,75	48,94	57,25	54,69	57,38
<b>10</b>	5	64,85	63,85	56,70	49,45	49,45	50,45	54,25	46,50	51,00	58,40	60,90	62,85
<b>11</b>	6	64,25	60,83	50,83	46,71	46,21	55,00	52,46	43,38	48,21	49,33	58,67	62,21
<b>12</b>	6	63,46	57,29	46,96	41,88	43,83	51,13	50,21	44,21	46,46	53,33	58,88	62,00
<b>13</b>	2	69,63	65,00	50,75	49,00	44,50	51,50	53,38	48,75	51,00	56,00	61,00	67,00
<b>14</b>	5	68,60	64,65	51,95	45,05	48,65	52,95	49,95	45,70	47,25	55,85	64,85	67,30
Alters-gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>1</b>	13	63,44	60,21	50,33	44,85	46,73	51,60	49,92	43,75	49,42	54,73	58,42	62,12
<b>2</b>	23	62,03	58,45	51,75	44,68	45,03	51,45	51,02	43,71	48,35	53,86	57,67	61,05
<b>3</b>	13	66,38	61,31	49,46	44,19	45,79	51,88	50,60	45,48	47,46	54,71	61,50	64,81
Gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>N</b>	21	64,57	60,82	50,61	44,11	45,07	50,95	49,90	44,32	47,50	54,89	60,30	63,94
<b>S</b>	28	62,80	58,81	50,88	44,96	46,14	52,09	51,15	44,09	49,07	53,88	57,83	61,13
Geschlecht	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>W</b>	27	62,24	57,80	50,15	43,78	44,67	52,02	50,13	44,06	48,09	54,02	58,57	60,64
<b>M</b>	22	65,18	61,98	51,52	45,60	46,93	51,09	51,22	44,34	48,77	54,68	59,27	64,41
<b>Alle</b>	<b>49</b>	<b>63,56</b>	<b>59,67</b>	<b>50,77</b>	<b>44,60</b>	<b>45,68</b>	<b>51,60</b>	<b>50,62</b>	<b>44,19</b>	<b>48,40</b>	<b>54,32</b>	<b>58,89</b>	<b>62,33</b>

### 3.8.3.3 Stimulus I<sub>2</sub>

Diese Ergebnisse sind in Tabelle 19 und Abbildung 15 dargestellt.

Bei der Auswertung nach dem Alter, Altersgruppe, Gruppe oder Geschlecht zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang, (ANOVA).

Tabelle 19: Auswertung der Ergebnisse für den Stimulus  $I_2$ 

Alter	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>5</b>	2	42,88	39,88	32,50	27,25	30,63	38,75	45,75	45,13	43,63	39,75	42,00	43,75
<b>6</b>	8	46,81	42,91	29,75	25,84	29,03	36,34	35,25	36,34	37,59	38,47	40,97	42,69
<b>7</b>	7	52,25	42,64	29,54	25,86	29,21	33,71	38,64	38,04	36,68	39,21	42,61	47,89
<b>8</b>	4	51,19	42,50	31,38	26,25	32,63	36,56	33,94	38,31	38,31	39,44	39,75	46,19
<b>9</b>	4	45,75	43,00	30,81	18,06	29,75	36,56	30,88	40,25	39,13	36,56	40,50	44,25
<b>10</b>	5	47,20	42,95	32,95	26,75	25,35	37,15	40,10	33,70	35,00	38,45	41,65	44,55
<b>11</b>	6	45,00	35,21	27,25	23,58	28,17	34,79	36,79	33,88	33,33	31,29	34,63	42,17
<b>12</b>	6	46,00	36,83	26,92	26,71	28,96	35,58	36,42	34,83	33,00	30,79	32,75	39,04
<b>13</b>	2	48,88	36,63	30,25	27,38	29,63	37,38	38,63	36,50	35,63	33,75	38,13	43,38
<b>14</b>	5	48,55	42,45	27,45	26,45	28,85	35,30	36,20	36,75	34,80	35,20	39,50	46,65

Alters-gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>1</b>	13	48,31	42,71	30,23	26,54	29,40	34,38	37,81	38,83	38,29	39,33	42,02	45,21
<b>2</b>	23	47,47	40,62	30,16	23,90	28,74	36,71	36,22	36,02	36,16	36,28	39,16	44,09
<b>3</b>	13	47,42	38,96	27,63	26,71	29,02	35,75	36,67	35,83	34,10	32,94	36,17	42,63

Gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>N</b>	21	47,79	40,69	29,39	26,14	29,24	35,33	36,19	35,39	34,68	34,46	38,00	43,29
<b>S</b>	28	47,60	40,77	29,60	24,75	28,80	36,21	37,19	37,71	37,30	37,51	39,97	44,54

Geschlecht	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>W</b>	27	47,62	40,48	29,81	24,84	29,86	34,85	37,60	36,92	35,65	36,32	39,84	43,59
<b>M</b>	22	47,75	41,05	29,15	25,97	27,92	37,05	35,73	36,47	36,83	36,06	38,25	44,50
<b>Alle</b>	<b>49</b>	<b>47,68</b>	<b>40,73</b>	<b>29,51</b>	<b>25,35</b>	<b>28,99</b>	<b>35,84</b>	<b>36,76</b>	<b>36,71</b>	<b>36,18</b>	<b>36,20</b>	<b>39,13</b>	<b>44,00</b>

### 3.8.3.4 Stimulus $I_1$

Diese Ergebnisse sind in Tabelle 20 und Abbildung 16 dargestellt.

Bei der Auswertung nach dem Alter, Gruppe oder Geschlecht zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang. Bei der Unterscheidung nach Altersgruppe ließ sich für den Meridian  $152^\circ$  ein signifikanter Zusammenhang feststellen,  $p=0,005$  (ANOVA).

Tabelle 20: Auswertung der Ergebnisse für den Stimulus  $I_1$ 

Alter	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>5</b>	2	26,00	25,63	21,75	20,38	16,50	23,63	26,00	24,50	23,38	21,13	25,50	24,38
<b>6</b>	8	24,38	19,94	12,88	17,28	16,88	20,69	21,22	18,81	17,13	13,47	17,63	24,44
<b>7</b>	7	24,93	22,54	15,75	14,79	15,11	20,04	24,11	22,93	21,07	14,07	16,43	22,93
<b>8</b>	4	24,44	19,75	20,75	19,38	16,25	14,63	24,81	23,75	15,44	20,69	25,63	30,19
<b>9</b>	4	27,56	15,44	16,50	12,81	10,00	14,25	20,75	17,50	24,75	14,13	17,69	22,31
<b>10</b>	5	28,90	21,20	19,35	19,35	16,95	20,45	17,45	20,15	23,55	18,10	22,45	26,40
<b>11</b>	6	22,54	17,92	16,58	15,88	15,58	17,29	24,54	15,63	14,46	16,33	17,83	19,08
<b>12</b>	6	26,92	21,46	17,58	16,46	17,83	18,58	23,50	20,17	17,75	15,54	21,17	25,04
<b>13</b>	2	25,75	16,50	23,25	17,00	17,13	17,88	21,13	21,63	23,13	15,75	20,50	24,63
<b>14</b>	5	28,70	21,05	17,90	15,15	15,65	19,75	22,60	20,80	19,15	17,65	18,05	24,10

Alters-gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>1</b>	13	24,40	22,75	15,52	18,17	17,81	22,65	23,42	21,37	19,69	16,23	19,25	23,69
<b>2</b>	23	25,74	18,57	17,40	15,96	14,15	16,52	21,86	19,21	19,15	15,88	19,53	24,05
<b>3</b>	13	27,42	20,54	18,58	16,04	16,88	18,92	22,79	20,63	19,12	16,38	19,87	24,62

Gruppe	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>N</b>	21	27,77	21,51	18,33	16,83	16,63	19,20	21,48	20,11	19,12	15,38	19,36	24,45
<b>S</b>	28	24,38	19,21	16,38	16,37	15,26	18,47	23,30	20,20	19,41	16,65	19,69	23,85

Geschlecht	Anzahl	2 MW	32 MW	62 MW	92 MW	122 MW	152 MW	182 MW	212 MW	242MW	272 MW	302 MW	332 MW
<b>W</b>	27	25,31	20,69	17,50	16,74	15,41	18,48	23,09	20,01	19,85	15,68	19,07	23,90
<b>M</b>	22	26,48	19,60	16,86	16,35	16,39	19,16	21,82	20,34	18,59	16,64	20,13	24,36
<b>Alle</b>	<b>49</b>	<b>25,83</b>	<b>20,20</b>	<b>17,21</b>	<b>16,57</b>	<b>15,85</b>	<b>18,79</b>	<b>22,52</b>	<b>20,16</b>	<b>19,29</b>	<b>16,11</b>	<b>19,55</b>	<b>24,11</b>

### 3.8.4 Goldmann kurz

35 Kinder führten die zweite Goldmannuntersuchung (Goldmann kurz) durch. Ein Kind (Nr.8) konnte diese zweite Untersuchung nur unvollständig beenden, seine Werte gingen nicht in die Auswertung ein.

Die Resultate der Tests sind in tabellarischer Form zu sehen (Tabelle 21 - 24).

Die Ergebnisse der 34 Kinder wurden analysiert.

Tabelle 21: Ergebnisse der Kontrolluntersuchung Goldmann 2 für den Stimulus III<sub>4</sub>

Nr.	2	62	122	182	242	302
1	70	61,25	53,25	52,25	57,75	67,75
4	70	63	52	55,75	50,75	65,5
7	70	56,25	52,75	53,75	53,25	56
9	69,5	63,75	53,75	56,5	53,25	70
12	70	59,25	47,5	51,25	56	70
13	70	58,5	53	55,75	59,25	70
14	67,75	60,25	53	54	58,75	48,25
15	70	65,25	52,75	56	59	70
16	70	43,25	52,5	51,75	59	70
17	67,25	50,75	50,25	49,25	58,25	62,5
18	68,5	56	39,75	53	54,25	66
19	65	48	53	53,5	53,25	67
20	70	49,5	48,5	53,5	39,75	64,5
21	70	62	53	56,5	58	67
22	68,5	45,5	53,75	57	55,75	49,75
23	70	62	51,75	56,75	57,5	70
24	70	50	53,75	33	36,5	69,25
25	70	62	53,5	55,5	58,5	70
26	55,5	53,25	57,75	61,75	58,5	59,75
27	70	60	50	55	57,75	68,75
28	63,25	52	49,25	51,25	52,75	58,25
29	70	48,25	47,75	52,75	43,25	67,5
30	70	63,5	53,25	53,5	57	70
39	66,5	58,75	50,5	50,75	55,25	64,5
40	70	59,75	53,5	51,75	55,5	70
41	70	60,25	53,25	54,25	59,75	68,25
42	68	56	50	53	53	62,75
45	70	54,5	50,25	57	58	70
47	69	54,75	54	55,75	59,5	69,5
48	69,25	62	53,5	48	48,25	70
51	70	61,5	52,75	54	56,75	70
53	67,5	43,5	46,75	43,25	37,75	58,5
55	70	50,5	51,25	54,75	50,75	66,75
56	70	62	53,5	55,5	54,25	70

Tabelle 22: Ergebnisse der Kontrolluntersuchung Goldmann 2 für den Stimulus I<sub>4</sub>

Nr.	2	62	122	182	242	302
1	70	61,75	51,25	55,5	52,5	68
4	67,25	59,25	51,25	55,75	52,5	65,5
7	66,5	56	48,75	50,25	43,75	54
9	63,5	59,5	48,25	52,75	42,5	61,5
12	67,75	59	46,5	51	51	65,5
13	69	61,75	50,5	55	53	62,75
14	68,5	44,25	51	43	53	62,25
15	69,5	60,75	50,25	56,5	49,5	66,25
16	70	40,75	49,5	53	52,25	66,25
17	56,25	43,25	46	40,5	44,5	47
18	70	53,75	50,5	55,5	51,25	65,75
19	70	63,5	50,25	57,25	50,25	69,5
20	69,75	45	46,5	52,25	39,25	59
21	69,25	60,75	50,25	55,75	51	66
22	63,25	39,5	46	57	48,5	57
23	70	49,25	40,5	52,5	47	60
24	70	43,75	44,75	38,5	34	58,75
25	70	58,5	51,5	56,5	52,75	69,75
26	56	51,25	55,5	65,75	55	53,75
27	70	58,5	47	56,75	51,75	62
28	63,75	55,75	47,75	53,5	49,25	60,25
29	70	55,75	39,75	42	52	52,25
30	70	56,75	50,5	55,5	52,5	65,5
39	59,25	55,75	45,25	47,75	51	54
40	70	57,25	50,25	52,25	49,75	69,25
41	70	53,25	51,5	54,25	52,5	70
42	65	57,75	48	54,25	50,25	52,5
45	70	53	49,25	57	52,75	70
47	69,75	62	51	56,25	52,75	70
48	70	57,5	47,25	56,5	51,75	68
51	69,5	58,25	49,75	52,5	52	69,25
53	67,25	42,75	44	32,25	28	57,75
55	69,75	59,25	50	53,75	52,25	62,5
56	62	54	52	53,5	43,75	66,5

Tabelle 23: Ergebnisse der Kontrolluntersuchung Goldmann 2 für den Stimulus I<sub>2</sub>

Nr.	2	62	122	182	242	302
1	57	34,5	33	41,5	42,5	50,5
4	53,5	35,75	31,5	35,5	42,25	46,75
7	57,5	31	28,25	38,75	42,25	48,5
9	49,75	34	28,25	41,25	40,25	45,5
12	54,5	30,25	31,75	39,5	42,5	49,25
13	54,5	33,25	32,25	37	38,5	31,25
14	13,75	32,5	4	2	41,75	16,5
15	56	35,75	31,25	41	39,75	46,5
16	47	26,5	23,5	35	32,5	36,25
17	50,75	30,5	35	28,25	26,25	44,5
18	55,5	35,25	29,25	41,75	37	45,25
19	53	38,5	33,75	42,75	43	34,75
20	40,25	37,5	34	37,75	36,5	45,75
21	50,5	34,25	33,5	41,25	41,5	47,25
22	52,75	32	33,5	40,75	41,25	40,75
23	55,5	37	32	37,75	39,25	46,5
24	58,25	27,25	29	29,25	27,75	31,25
25	57,25	35,25	34,5	37,75	34,25	44,25
26	43	34,25	33,5	53,5	34	33,5
27	55,25	35,5	32,75	35,5	35,25	39,75
28	47,25	34,25	31,75	41,5	43	41,5
29	44,75	30	33,5	39,75	23,75	30,5
30	40	30	33,5	36,25	41	45
39	44,5	33	29,25	31,25	26	31,75
40	50,75	34,25	33,25	42,25	35,75	38,5
41	49	31,5	27	38,75	38,25	39,25
42	27,25	33,75	32,75	37	39,25	45
45	53,25	36,25	32,25	41,5	43	43,5
47	58	35,5	34	43,75	45,75	50,75
48	50,75	35,25	31,5	41,75	43,25	47,5
51	56,75	35,25	34,25	39,5	37,5	48,5
53	45,5	25,5	32,75	29,75	28	40,75
55	56	34,5	32,5	39,5	36,5	38,5
56	54	29	33,5	19,75	31,75	43,5

Tabelle 24: Ergebnisse der Kontrolluntersuchung Goldmann 2 für den Stimulus I<sub>1</sub>

Nr.	2	62	122	182	242	302
1	32,25	25,75	21,25	27,75	26	27,75
4	31,5	16,75	21,25	18,75	20,25	25,25
7	29	5,25	14,75	11,5	14,25	30,25
9	31,5	25,5	21,25	28,5	23,5	25
12	32,25	22,25	20,25	20	27	18,75
13	31,5	26	12,75	15,75	20	24,25
14	27,5	3,75	18	27,5	14,75	22,5
15	29,5	25,5	19,25	27,75	23	29
16	25,5	11	14,25	18,5	16,25	25
17	16	11,75	16	16,5	14,25	4,25
18	25,5	26,25	20,5	27,5	22,75	31,75
19	3,75	29,5	13,75	31,5	22	1
20	19,75	23,5	21	15,5	22	27,25
21	18,75	25	21,75	26,25	24,5	27,25
22	31,75	27,5	20,75	29,75	11	27,75
23	29,75	25,25	21,75	29,5	24,75	23,75
24	32,75	19	18,5	25,25	26,5	16,75
25	32,75	27,75	20,25	29	19	26,75
26	27,25	14,75	25,5	30,5	27,75	25,5
27	31,25	19,75	21,75	21	23,25	26
28	30,5	24,5	19,25	13,5	19,25	26,75
29	33	28,75	22,25	16,75	17	32
30	30,25	22,25	12,25	24,25	17,25	30,5
39	22,5	17,75	16	18,5	13,75	16,75
40	32,5	26,5	20,75	27,75	18,5	24,5
41	31,5	20,5	21,25	28,25	21,25	17,75
42	27,5	12,75	12	29,25	16,75	14
45	29,25	23,25	13,75	25,25	22,25	20,5
47	33,75	28	22,5	31,25	25,75	32
48	30,25	19,75	20,25	29	21,75	31,25
51	32,5	26	19,25	26,75	18	16,25
53	28,25	16,25	3	19,25	14,5	24
55	32	21,75	16	19,5	17	23,75
56	25,5	16,5	17,5	21,25	21,25	22

Die Exzentrizitäten wurden für die einzelnen Meridiane gemittelt. Die Mittelwerte mit den dazugehörigen Standardabweichungen für die vier Marken auf den sechs Meridianen sind in Tabelle 25 aufgeführt.

*Tabelle 25: Mittelwerte und Standardabweichungen der Ergebnisse der Goldmann 2 Untersuchung*

Meridian	III4		I4		I2		I1		
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	
2	69,61	6,13	67,43	4,01	49,80	9,15	28,21	6,10	
62	57,66	9,74	54,38	6,80	33,20	3,13	21,07	6,56	
122	53,03	8,88	48,60	3,24	31,07	5,38	18,25	4,34	
182	54,52	9,35	52,42	6,43	37,06	8,42	23,79	5,75	
242	55,36	10,02	48,99	5,82	37,38	5,75	20,21	4,34	
302	66,83	8,25	62,60	6,21	41,44	7,35	23,46	7,14	

#### 3.8.4.1 Stimulus III<sub>4</sub>

Bei der Auswertung in Abhängigkeit von Alter und Altersgruppe zeigte sich jeweils nur für den Meridian 302° eine signifikante Verbesserung mit ansteigendem Alter (für Alter:  $p = 0,002$ , für die Unterscheidung nach Altersgruppe:  $p = 0,0004$ ).

Bei der gruppenabhängigen Untersuchung lieferten die Kinder der Gruppe N einen signifikant höheren Wert am Meridian 62°,  $p = 0,042$ . Für die Unterscheidung nach Geschlecht zeigten sich keine signifikanten Ergebnisse (ANOVA).

#### 3.8.4.2 Stimulus I<sub>4</sub>

Bei der Unterscheidung nach Alter, Altersgruppe und Gruppenzugehörigkeit ließen sich keine signifikanten Ergebnisse nachweisen.

Die Unterscheidung nach Geschlecht erbrachte tendenziell höhere Werte für die Mädchen, am Meridian 62° war dies mit  $p = 0,011$  signifikant (ANOVA).

#### 3.8.4.3 Stimulus I<sub>2</sub>

Eine Altersabhängigkeit zeigte sich nicht. Die Abhängigkeit von der Altersgruppe erbrachte am Meridian 122° signifikant bessere Ergebnisse für die älteren Gruppen,  $p = 0,013$ .

Die Unterscheidung nach der Gruppe zeigte am Meridian 2° signifikant höhere Werte der Gruppe N,  $p = 0,038$ .

Geschlechtsspezifische Unterschiede waren nicht festzustellen (ANOVA).

### 3.8.4.4 Stimulus I<sub>1</sub>

Es zeigten sich keine signifikanten Ergebnisse für eine Abhängigkeit nach Alter, Altersgruppe, Gruppe oder Geschlecht (ANOVA).

### 3.8.5 Vergleich Goldmann und Goldmann kurz

Bei den Kindern, die eine zweite kinetische Untersuchung durchführten, wurden die entsprechenden Ergebnisse mit der ersten Untersuchung verglichen. Die Werte der ersten Goldmannuntersuchung wurden von den entsprechenden Werten der zweiten Untersuchung subtrahiert. Positive Werte entstehen somit bei einer Wertverbesserung im zweiten Untersuchungsgang (Mittelwerte und Standardabweichungen in Tabelle 26, Werte für die einzelnen Stimuli in Tabelle 27-30). Fast alle Patienten zeigten im Wiederholungstest verbesserte Werte. Signifikante Verbesserungen zeigten sich jedoch nicht.

Für die Stimuli III<sub>4</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>2</sub> und I<sub>1</sub> zeigten sich nach Berücksichtigung des multiplen Testens keine Meridiane mit signifikanter Wertveränderung bei Unterscheidung nach Alter, Gruppe oder Geschlecht (ANOVA).

*Tabelle 26: : Mittelwerte und Standardabweichungen der Ergebnisse der beiden Goldmann Untersuchungen im Vergleich*

Meridian	III <sub>4</sub>		I <sub>4</sub>		I <sub>2</sub>		I <sub>1</sub>		
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD	
2	4,10		8,86	3,21	7,25	1,92	10,07	1,71	9,98
62	2,62		6,59	2,38	7,78	3,08	4,37	2,48	6,88
122	0,35		4,17	1,88	6,30	1,79	7,16	1,15	6,79
182	-0,46		4,04	0,11	5,76	-1,04	8,93	0,64	7,42
242	0,65		6,21	-0,52	5,20	0,51	4,40	-0,44	6,00
302	1,86		5,95	2,47	6,40	1,96	7,32	2,62	9,09

*Tabelle 27: Vergleich der beiden Goldmann Untersuchungen der einzelnen Probanden anhand des Stimulus III<sub>4</sub>*

<b>Nr.</b>	<b>2</b>	<b>62</b>	<b>122</b>	<b>182</b>	<b>242</b>	<b>302</b>
1	0	1,75	0	-0,25	-1,75	5,5
4	0,5	8,25	1	2,25	-7	-3,75
7	15	6,25	-8,5	-2,25	16,25	0,5
9	16,75	17,5	-3,5	-3,5	7	17
12	0	-1,25	-1	0,75	0,25	4,75
13	0	5	1,25	0	0,75	5,25
14	-0,25	4,25	4,75	12,5	4,75	-11
15	2	4,75	-1	1,25	1,5	3
16	0	-5,5	3	-1,25	0,75	0
17	34,25	7	3,5	-7	3	12
18	-1,25	0,25	-2,25	3	2,75	-1,75
19	10,25	0,25	2,5	-5,25	-1,5	8
20	16	-1,75	-2,25	-2,25	-12	9,5
21	14	8,75	-9,5	-4	-2,75	8,5
22	0,5	13	1	2,25	1,75	-3,5
23	0,5	7,5	1,25	3,5	9,5	0
24	0,75	-4	2	-1,75	-3,75	1
25	0,25	6,75	2,5	0,5	1,25	3,75
26	-14,5	10,25	12	5,25	7,5	-10
27	2	0,5	3,25	3,25	7	1,25
28	30,5	24,5	19,25	13,5	19,25	26,75
29	33	28,75	22,25	16,75	17	32
30	30,25	22,25	12,25	24,25	17,25	30,5
39	22,5	17,75	16	18,5	13,75	16,75
40	32,5	26,5	20,75	27,75	18,5	24,5
41	31,5	20,5	21,25	28,25	21,25	17,75
42	27,5	12,75	12	29,25	16,75	14
45	29,25	23,25	13,75	25,25	22,25	20,5
47	33,75	28	22,5	31,25	25,75	32
48	30,25	19,75	20,25	29	21,75	31,25
51	32,5	26	19,25	26,75	18	16,25
53	28,25	16,25	3	19,25	14,5	24
55	32	21,75	16	19,5	17	23,75
56	25,5	16,5	17,5	21,25	21,25	22

*Tabelle 28: Vergleich der beiden Goldmann Untersuchungen der einzelnen Probanden anhand des Stimulus I<sub>4</sub>*

<b>Nr.</b>	<b>2</b>	<b>62</b>	<b>122</b>	<b>182</b>	<b>242</b>	<b>302</b>
1	0	7	0,75	4,25	2,25	6
4	-0,75	-0,75	1,75	3,5	3	2,25
7	11,25	9,5	-3,5	1,25	-7,25	1,5
9	15	12	-0,75	-0,5	-11,75	14
12	-1,5	-0,5	-2	-4,5	1,75	-3,25
13	-1	0,75	1,5	-0,5	1,75	-0,75
14	3,5	-7,5	0,25	-8,75	0,5	7,5
15	3,25	1,25	1,75	0,75	-1,75	3
16	0	-6	1,75	3,25	-1	-0,25
17	0,25	-1,25	3,25	-8	-1	6,5
18	3	-2,25	9,75	13,5	0	1,5
19	18,25	9,5	1,75	-1,5	1,5	9
20	14,5	-5,75	-6,5	-2,25	-5	7,25
21	13,25	10	-0,75	-0,75	-10,5	13,75
22	-1,5	-15	-4,5	0,5	-0,5	-2,25
23	0	-1,75	-0,75	-1,25	-3	-4
24	1	-2,75	-2,25	-6,25	-2	-1,75
25	0,5	2	3	2	5,25	1,5
26	-14	15,75	22,5	9,25	3,25	-15,25
27	1,75	2,25	4	5,75	3	-3,5
28	6,25	9,75	5	2,25	3,25	-2,75
29	14,75	15,25	2,25	-17	10,25	3,25
30	5,25	-1,25	0,25	0,5	2,5	2
39	-7,25	13	-2,25	5,25	-0,25	-9,5
40	0	1,75	0	-1,5	3,5	8,75
41	0,75	2,75	3,75	1,25	0,5	12
42	20,25	18,75	24,75	6,75	-1,25	9,5
45	0	-1	-1,5	1,25	0,75	1,25
47	0,25	3,5	1,5	2	-0,25	2,25
48	0,25	0,25	-3,25	4,25	1,75	-1,75
51	-0,5	1,25	1	0,75	5,25	9
53	5	-12,25	-1,5	-11,75	-17,5	5
55	-0,25	6,75	-0,5	-1	-1	-4,5
56	-2,25	-4,25	3,25	1	-3,75	6,75

*Tabelle 29: Vergleich der beiden Goldmann Untersuchungen der einzelnen Probanden anhand des Stimulus I<sub>2</sub>*

<b>Nr.</b>	<b>2</b>	<b>62</b>	<b>122</b>	<b>182</b>	<b>242</b>	<b>302</b>
1	11,5	1,5	-0,5	1	5,5	4,75
4	7	5,75	-0,5	-2,75	2,25	-2,25
7	20,25	-0,5	-6,5	-2,75	8	5,5
9	11,75	1,25	-4,5	-14,75	-4,75	8,75
12	8,5	-0,75	30,5	0,5	9,25	0,25
13	-2,5	-1,75	-1,5	7,75	-3	-12,75
14	-37,25	2,25	-13,25	-37,5	-1	-25
15	1,25	2,25	0,75	-0,75	-3,25	-2,25
16	4	-0,75	-7	-1	0,5	0,75
17	10,25	5	6,5	11,5	-2,5	11,75
18	3	3	-3,5	3	-1	0,75
19	11	11,25	-2	-6,25	-0,75	8,75
20	4,5	5,25	0	-3	-2,5	4,5
21	8,5	0,75	0,25	-10,75	5,25	4,75
22	5,25	1,75	3	9,5	-1,5	4
23	6	0,75	2,5	-0,5	1,5	5
24	13	10,5	2,25	-5,75	-2,25	-3
25	3,25	1,5	1	1,25	-7	2,75
26	-12,25	16,5	9,75	12,5	5,5	11,75
27	-1,5	-0,75	5,5	4,75	-3,75	-6
28	-2,5	3,5	0,75	4,75	3,25	-1
29	4,25	3,75	15	-4,75	0,5	5
30	-10,25	-6,5	0,25	-2,75	-0,5	2
39	1,75	6,5	3,25	-2	-2	2,5
40	-3,75	6,25	1	3,75	-1,5	4,75
41	0,75	7,25	-2,75	-0,25	4,75	4,5
42	-15	0,5	2,75	3	-9	1,25
45	-1	6	6,25	3,5	8,25	0
47	0,25	0,25	0,25	1,75	3	0,75
48	7,25	7	-1,75	-0,25	2,75	7,75
51	5	3,75	0,75	4	7	18,25
53	-4,75	2,25	3,75	-1	-3,75	-2,25
55	-0,25	2,75	0,75	4	1,75	0,25
56	8	-3,25	8	-15,25	-1,75	0

*Tabelle 30: Vergleich der beiden Goldmann Untersuchungen der einzelnen Probanden anhand des Stimulus I<sub>1</sub>*

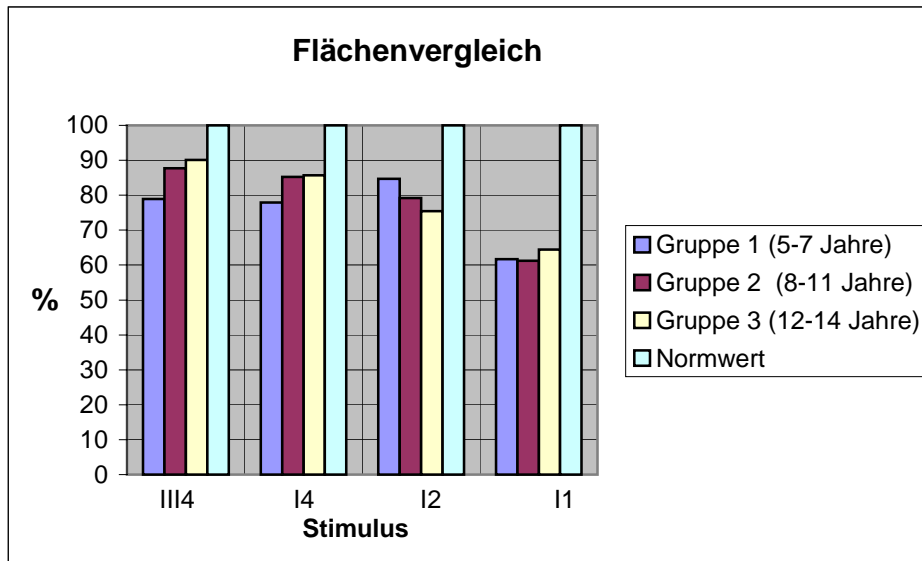
<b>Nr.</b>	<b>2</b>	<b>62</b>	<b>122</b>	<b>182</b>	<b>242</b>	<b>302</b>
1	0,5	0,75	1,25	0,25	6	1,75
4	0,5	-8,5	-0,5	-7,75	-4,25	19
7	22,25	4,75	-5,75	-17,5	-12,25	30,25
9	2	4,5	-5	2,5	1	1,25
12	2,25	2,75	20,25	14,75	1,5	-7,25
13	4,25	3	-7,75	-14	-4,5	1,5
14	-0,5	-14,75	-4,25	-0,25	-7,5	-8,25
15	-2,25	0,25	-2	-1,25	2,25	-0,25
16	-2	-6	-1	0,75	3	1,25
17	-13	-3,25	14,5	2,5	-4	-14
18	-2	-2,25	0,5	6,5	2	11,5
19	-25,75	16	-7	-2,5	3	-12
20	-3,5	2,5	-3,25	-11,25	-1	3
21	-7	3,75	-5,75	1	-4,25	4,5
22	23	20,75	3,75	-0,75	3,5	14,75
23	2,5	-0,75	-0,75	9	-1,75	-4,25
24	6,5	3,5	5,75	7,75	13,75	-9
25	1,5	-0,5	1,75	-0,25	-1,75	4,5
26	-5	-1,5	4	8	8	12,25
27	5,25	-0,5	4,75	-7,25	-0,5	0
28	4,75	7,5	1,25	-2,25	1,5	-1,5
29	33	13,25	11,25	-7,25	13,75	13
30	-0,75	-0,75	-10,25	-4,25	-8,75	7
39	-9	12	8,75	-2	-6,75	1,5
40	0,25	8,25	5,25	-1,5	-1,5	-4,75
41	7,25	0	9,5	6,5	1,5	4,75
42	-2,75	7	9,75	15,5	-13,5	1,75
45	5,75	8,5	-4,25	6	5	-0,25
47	1,5	-0,5	0,5	0,25	-1	-0,5
48	5,25	-5,25	1	2	-5	17
51	1,75	6,75	1,5	9,75	0,75	-2,25
53	2,25	-0,5	-8,75	0,5	-5	0,5
55	1	0,75	-0,5	-1,75	0,75	1,75
56	-1,5	2,75	0,5	10	1	0,5

### 3.8.6 Flächen

Die Werte eines jeden Stimulus am betreffenden Meridian wurden graphisch verbunden und die eingeschlossene Fläche berechnet, um eine bessere Anschaulichkeit der Ergebnisse zu erreichen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 31 dargestellt.

Die Auswertung erfolge nur für die erste Goldmann Untersuchung, da sich im Vergleich mit der zweiten Untersuchung durch die geringere Anzahl untersuchter Meridiane keine vergleichbaren Flächen erzeugen ließen.

Es wurde ein Vergleich mit der vom Hersteller zugrundegelegten Norm herangezogen, um einen objektiven Vergleichspunkt zu setzen (Abbildung 18). Die benützten Normwerte waren allerdings nicht altersspezifisch angepasst, so dass die Aussagekraft zu diskutieren ist.

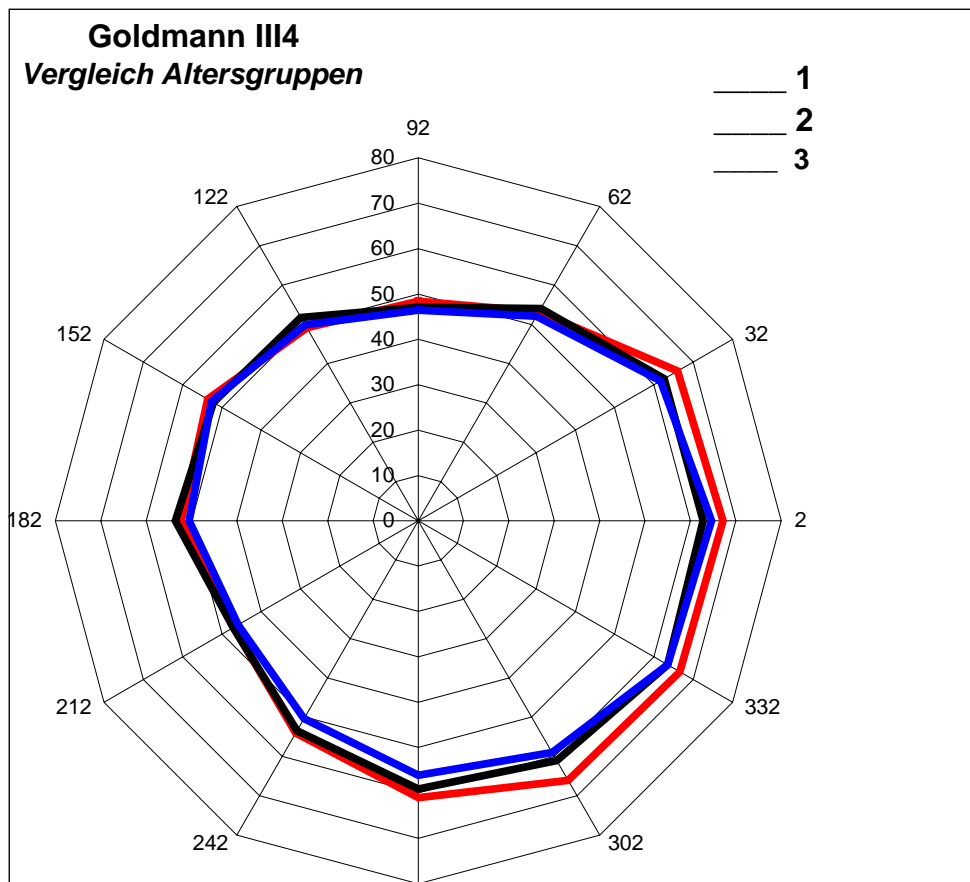


*Abb. 18: Vergleich der erreichten Flächen für die einzelnen Altersgruppen mit dem vom Hersteller zugrunde gelegten Normwert*

Tabelle 31: Fläche über den Meridianen

Nr.	Alter	Agr.	N/S	W/M	Fläche [°²] III 4	Fläche [°²] I4	Fläche [°²] I2	Fläche [°²] I1
1	11	2	N	W	10432,75	9583,61	4598,91	1904,64
4	14	3	N	M	10206,09	10087,95	4980,80	1670,33
5	8	2	S	M	8327,17	8238,58	2999,13	625,25
7	7	1	S	W	8203,78	7688,67	3973,78	932,64
8	11	2	N	W	8309,41	7037,23	1097,63	78,86
9	5	1	N	W	8396,22	7484,14	4659,83	1672,05
10	12	3	N	W	6420,33	4102,06	1453,45	324,38
11	6	1	S	M	7870,14	7585,16	2741,22	1060,98
12	10	2	S	M	10045,17	9868,77	4024,23	1279,73
13	11	2	N	W	10962,30	10336,72	4953,14	1653,27
14	7	1	S	M	9305,29	8767,69	4483,75	1495,27
15	12	3	S	W	10953,67	9940,38	5283,02	1911,44
16	12	3	S	M	10675,27	9624,66	3522,17	1004,50
17	9	2	S	M	5771,08	6810,83	2712,67	874,64
18	7	1	N	M	9729,34	9096,91	4922,88	1677,89
19	11	2	S	M	8731,31	8384,45	4259,06	923,31
20	12	3	S	M	8264,33	7896,59	4214,75	1651,97
21	10	2	S	W	9865,20	8966,05	4693,34	1498,27
22	6	1	S	M	9375,08	9412,80	4482,95	651,45
23	13	3	N	M	10524,09	9445,50	4444,11	1697,14
24	14	3	N	M	9075,72	8383,92	3309,67	953,72
25	14	3	N	W	10782,42	10201,69	5154,38	1735,55
26	12	3	N	M	9870,00	8470,63	3144,53	1379,97
27	9	2	N	W	9721,73	9219,66	4792,88	1179,47
28	6	1	S	M	7775,19	7826,48	4379,91	1252,33
29	11	2	S	W	7138,80	6593,19	2745,56	581,73
30	10	2	S	W	10515,23	9728,47	4933,11	1988,06
34	7	1	S	W	7618,69	7296,22	4484,11	1126,83
35	6	1	S	M	8634,52	8020,44	4125,52	1355,56
36	6	1	N	W	6981,70	4893,77	4208,31	1131,08
37	7	1	S	M	8710,39	7138,56	4137,75	323,22
38	8	2	S	M	11015,56	10152,56	5448,83	1707,67
39	14	3	N	W	9565,28	8202,33	2920,95	806,97
40	12	3	N	W	10872,48	9677,77	4258,11	1619,03
41	13	3	S	W	11095,77	9375,38	3613,55	852,09
42	9	2	S	W	8409,57	4919,38	4314,03	555,22
43	6	1	S	W	8847,16	8342,34	4136,45	904,81
44	7	1	S	W	7975,38	8097,59	4496,98	1661,98
45	14	3	S	M	10953,14	9782,45	4328,03	1097,52
46	7	1	S	W	9545,61	9009,95	4759,50	1685,39
47	8	2	S	M	10759,30	10569,98	5807,31	2480,84
48	9	2	S	W	10910,42	10010,91	4527,14	1343,03
49	6	1	N	W	9845,94	8782,33	5144,06	1162,80
50	5	1	N	W	10515,97	9476,67	4841,77	1589,69
51	10	2	N	M	10457,67	9414,33	4087,84	1106,97
53	8	2	S	W	10676,58	7790,70	3704,31	997,59
54	8	2	N	W	9655,05	9479,83	4136,25	1341,34
55	11	2	N	W	10618,39	9910,56	4445,50	1332,78
56	10	2	N	M	11256,89	9142,22	3463,19	989,53

### 3.8.6.1 Flächen Goldmann 1



*Abb. 19: Vergleich der Flächen über die Meridianen des Stimulus III<sub>4</sub> für die drei Altersgruppen*

Bei der Auswertung der berechneten Flächen ließ sich für die Fläche über dem Stimulus III<sub>4</sub> eine signifikante Vergrößerung der Fläche bei älteren Kindern bei Auswertung nach Altersgruppe nachweisen,  $p=0,027$ , (ANOVA). Die älteren Kinder erreichten vor allem im unteren temporalen Bereich bessere Werte. Dies ist in Abbildung 19 zu sehen.

Beim Gruppenvergleich stellte sich temporal eine größere Fläche bei den Kindern der Gruppe N dar, der Unterschied war aber nicht signifikant. (siehe auch Abbildung 15)

Die Analyse nach Geschlecht erbrachte keine signifikanten Unterschiede.

Beim Vergleich mit der Norm ließ sich ein signifikanter Zusammenhang bei der Altersgruppe nachweisen  $p=0,028$ , (ANOVA).

Für die Flächen über den Stimuli I<sub>4</sub>, I<sub>2</sub> und I<sub>1</sub> ließen sich keine signifikanten Einflüsse feststellen. Die statistisch gezeigte Abhängigkeit des Stimulus III<sub>4</sub> ist

möglicherweise durch die eingeschränkte Beurteilbarkeit der Untersuchung zu begründen, da erst ab 70° Exzentrizität geprüft wurde.

### **3.9 Bewertung durch die Untersuchten**

#### **3.9.1 Goldmann**

Die Bewertung der Anstrengung der kinetischen Untersuchung durch die untersuchten Kinder erbrachten einen Median von 2 (min 1, max 3). Die Schwierigkeit der Untersuchung wurde im Median ebenfalls mit 2 (min 1, max 3) bewertet.

Statistisch ergaben sich keine signifikanten Abhängigkeiten von Alter, Altersgruppe, Gruppe oder Geschlecht (Spearman's Rangkorrelation).

Im Vergleich zu den statischen Untersuchungen empfanden die Kinder die Goldmann-Untersuchung als leichter und weniger anstrengend.

Die statistische Auswertung ergab eine signifikant geringere Anstrengung der Goldmann-Untersuchung im Vergleich zu CLIP  $p=0,009$  (Wilcoxon Test).

Bei dem Vergleich der Schnellen Schwellen Untersuchung mit der Goldmann-Untersuchung zeigten sich sowohl für die Schwere als auch die Anstrengung signifikante Unterschiede.

Goldmann Schwere/ SS Schwere:  $p=0,00009$  (Wilcoxon Test).

Goldmann Anstrengung/ SS Anstrengung:  $p=0,00002$  (Wilcoxon Test).

#### **3.9.2 Statische Untersuchungen**

Beim Vergleich der Bewertungen der beiden statischen Untersuchungsstrategien wurde deutlich, dass die Kinder die CLIP Untersuchung als einfacher und weniger anstrengend empfanden. Dies war auch statistisch signifikant:

CLIP Schwere/ SS Schwere:  $p=0,0003$  (Wilcoxon Test).

CLIP Anstrengung/ SS Anstrengung:  $p=0,0005$  (Wilcoxon Test).

### **3.10 Bewertungen durch den Untersucher**

Während der Tests wurden die Probanden von dem Untersucher bezüglich Aufmerksamkeit und zentraler Fixation bewertet. Auch diese Daten wurden ausgewertet.

Der Median der Aufmerksamkeit war 1 (min 1, max 3). Die Bewertung der zentralen Fixation durch die Untersucherin erbrachte einen Medianwert von 2 (min 1, max 4).

Die Bewertungen der Aufmerksamkeit verbesserten sich mit steigendem Alter. Es ließ sich für die Auswertung nach dem Alter mit  $p=0,03$  eine signifikante Verbesserung nachweisen. Die Auswertung nach der Altersgruppe erbrachte mit  $p=0,07$  keinen signifikanten Wert (Spearman's Rangkorrelation). Unterschiede in Abhängigkeit von Gruppe oder Geschlecht ließen sich nicht nachweisen.

Die statistische Auswertung der Bewertungen der zentralen Fixation erbrachte eine deutliche Altersabhängigkeit. Dies war sowohl für die Untersuchung nach Alter mit  $p<0,001$  als auch für die Altersgruppe  $P<0,001$  statistisch signifikant (Spearman's Rangkorrelation).

Untersuchte der Untergruppe N bekamen im Vergleich mit jenen der Gruppe S signifikant bessere Bewertungen für die Fixation  $p=0,002$  (Spearman's Rangkorrelation). Geschlechtsspezifische Unterschiede zeigten sich nicht.

Es zeigte sich eine bessere Fixation und Mitarbeit der Kinder bei der kinetischen Untersuchung im Vergleich zur Statik. Beim Vergleich der vergebenen Werte für die Mitarbeit ergaben sich statistisch signifikante Verbesserungen bei der Goldmann-Untersuchung im Vergleich zu beiden statischen Tests.

Goldmann Mitarbeit/CLIP Mitarbeit:  $p=0,02$  (Wilcoxon Test).

Goldmann Mitarbeit/SS Mitarbeit:  $p=0,001$  (Wilcoxon Test).

Bei der Auswertung der Bewertungen der Fixation der Kinder zeigten sich ebenfalls bessere Werte bei der Goldmann Untersuchung. Für den Vergleich Goldmann/Schnelle Schwelle war dies signifikant mit  $p=0,01$  (Wilcoxon Test).

Im Vergleich der beiden statischen Untersuchungen waren die Werte bei der CLIP Untersuchung geringfügig besser, ohne aber signifikante Niveaus zu erreichen.

### **3.11 Pupillengröße**

Auf eine Auswertung der Pupillengröße und Größenveränderungen wurde aufgrund der von Martin et al 2005<sup>41</sup> beschriebenen mangelnden klinischen Relevanz verzichtet.

Tabelle 3: Die Ergebnisse an des einzelnen Punkten in dB.

Meridian		0.00	105.95	355.00	5.00	74.05	135.00	45.00	17.10	168.69	191.31	225.00	315.00	342.90	254.05	285.95
Exzentrizität		0.00	14.56	15.00	15.00	14.56	11.31	11.31	27.20	20.40	20.40	11.31	11.31	27.20	14.56	14.56
Punktnummer																
Pat Nr.	Unter- suchung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	C1	25	25			20	21	21	23	20	23	21	20	20	21	22
1	C2	25	23			22	22	20	25	21	20	21	22	22	22	19
1	S1	25	18			21	19	20	16	18	20	20	22	22	22	20
1	S2	26	21			21	20	20	22	20	20	24	22	17	19	19
3	C1	16	18			18	19	18	19	23	18	19	18	7	16	17
3	S1	18	19			17	19	10	13	0	17	18	18	15	10	19
4	C1	25	17			21	20	20	21	20	21	20	19	19	21	20
4	C2	25	17			20	22	20	20	21	21	22	20	16	20	21
4	S1	26	17			21	16	18	18	22	7	20	22	19	19	19
4	S2	21	23			24	21	13	22	21	25	25	20	20	15	21
5	C1	22	21			19	22	20	9	18	20	23	22	13	19	14
5	S1	20	6			22	11	2	12	25	16	20	8	8	19	9
7	C1	20	19			19	18	20	11	15	20	17	18	20	22	10
7	C2	4	21			10	20	21	21	20	20	21	16	16	21	21
7	S1	18	10			14	12	17	13	12	20	16	3	17	19	4
7	S2	20	20			19	10	18	17	7	15	13	13	20	15	15
9	C1	21	18			11	21	16	7	16	21	19	11	18	19	11
9	S1	3	24			7	13	8	2	0	0	15	7	8	25	16
10	C1	16	21			23	18	18	20	23	23	22	20	18	17	19
10	S1	23	15			20	11	24	17	19	16	18	23	18	17	21
11	C1	19	20			15	10	27	12	16	20	19	16	25	16	19
11	S1	22	16			13	16	25	0	16	15	11	11	19	0	14
12	C1	22	15			17	26	21	19	18	21	21	22	20	18	18
12	S1	21	21			24	19	26	22	23	22	25	18	20	25	21
13	C1	25	18			20	20	19	19	20	20	20	20	19	20	22
13	C2	19	15			21	22	21	19	20	20	19	23	21	17	17
13	S1	19	22			21	19	16	17	2	17	21	16	17	17	17
13	S2	25	18			21	20	20	18	18	20	20	13	19	14	12
14	C1	15	6			0	6	1	6	11	11	6	6	5	0	21
15	C1	20	33			35	23	21	36	23	24	22	24	35	35	20
15	C2	23	17			20	21	17	23	33	22	21	21	23	25	23
15	S1	17	18			17	18	28	19	11	21	22	24	17	19	5
15	S2	28	25			5	28	26	22	21	21	24	22	17	17	27
16	C1	18	19	0	21	19	24	22	16	19	19	23	21	17	11	18
16	C2	23	20	16	21	21	20	20	23	16	25	22	21	20	26	19
16	S1	20	18	15	22	21	21	18	19	17	5	24	25	22	17	18
16	S2	21	21	21	21	23	22	20	20	19	22	24	23	22	20	18
17	C1	22	23	18	6	21	12	17	16	18	18	17	18	9	15	14
17	S1	22	27	25	27	15	24	25	22	23	18	19	25	22	24	25
18	C1	21	17	11	16	17	17	18	20	19	11	17	16	19	15	10
18	C2	22	22	21	21	16	15	20	21	19	18	23	20	18	16	16
18	S1	20	21	19	21	23	15	16	16	19	17	21	16	17	7	14
18	S2	20	16	21	16	12	22	15	20	21	20	17	18	17	17	19
19	C1	21	22	5	0	17	14	14	6	15	18	6	18	9	17	20
19	S1	22	21	27	6	22	4	28	16	13	5	19	28	20	15	8
20	C1	25	20	6	11	28	17	29	20	22	26	23	24	19	22	28
20	C2	29	36	35	18	34	32	36	36	36	36	36	36	36	36	34
20	S1	18	27	20	3	22	20	28	16	0	0	26	3	22	20	20
20	S2	25	19	19	20	25	18	23	15	20	21	25	24	20	15	24
21	C1	16	20	1	20	24	18	22	18	18	16	21	21	21	0	16
21	C2	20	22	20	6	19	16	21	20	21	22	16	17	23	19	17
21	S1	20	21	21	21	19	19	15	14	17	22	19	20	14	14	19

Meridian	0.00	105.95	355.00	5.00	74.05	135.00	45.00	17.10	168.69	191.31	225.00	315.00	342.90	254.05	285.95	
Exzentrizität	0.00	14.56	15.00	15.00	14.56	11.31	11.31	27.20	20.40	20.40	11.31	11.31	27.20	14.56	14.56	
Punktnummer																
Pat	Unter-															
Nr.	suchung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
21	S2	22	21	22	0	18	13	22	18	16	5	22	20	20	17	20
22	C1	22	21	18	3	20	0	0	19	18	0	12	13	0	18	14
22	S1	18	22	5	0	18	23	11	10	0	0	13	26	0	0	21
23	C1	18	20	11	6	17	17	20	23	18	19	20	18	21	19	18
23	C2	16	22	16	2	22	20	19	18	16	21	22	21	19	18	21
23	S1	23	19	10	0	22	19	24	22	21	22	21	23	20	20	20
23	S2	21	21	10	0	19	22	22	22	21	22	21	20	18	20	20
24	C1	23	19	25	21	22	21	16	19	22	19	22	19	23	22	26
24	C2	20	5	17	20	23	20	23	21	19	22	19	21	19	23	19
24	S1	13	15	18	17	24	20	17	21	20	26	23	18	19	18	15
24	S2	18	21	21	21	19	21	16	21	22	22	20	22	19	18	17
25	C1	21	18	3	0	16	17	21	22	20	17	19	18	19	16	18
25	C2	20	21	5	11	19	21	21	20	23	19	23	18	23	16	11
25	S1	16	23	3	2	19	20	22	22	22	21	23	19	22	18	22
25	S2	21	22	21	18	21	24	20	22	17	20	24	20	15	17	18
26	C1	19	22	16	19	16	21	21	20	20	14	20	19	19	21	20
26	C2	25	20	23	25	23	21	22	18	22	20	17	22	20	23	20
26	S1	19	19	18	10	19	21	21	20	20	19	25	22	20	20	19
26	S2	19	20	22	24	23	19	3	20	20	21	23	22	20	21	21
27	C1	21	19	1	0	22	20	18	17	17	18	21	20	19	17	20
27	C2	17	22	6	0	20	20	22	23	18	21	20	21	22	19	22
27	S1	18	20	21	0	20	19	20	19	15	0	15	21	19	20	18
27	S2	22	18	10	7	22	19	26	16	19	22	21	23	22	15	20
28	C1	19	20	1	9	17	19	16	11	9	16	3	17	16	5	2
28	S1	15	14	0	0	0	19	0	20	0	0	7	0	0	0	0
29	C1	21	19	4	0	17	1	21	19	21	19	22	19	18	15	14
29	S1	25	25	5	22	16	25	20	22	23	21	23	20	17	12	23
30	C1	22	22	30	10	19	30	36	25	18	21	22	26	16	18	36
30	S1	20	7	7	2	20	21	16	18	19	3	23	28	22	19	20
34	C1	22	17	1	1	16	18	20	13	18	26	20	17	13	21	21
34	S1	20	14	17	19	27	21	15	22	19	5	25	15	22	17	27
35	C1	19	16	6	0	0	0	0	19	15	6	8	7	17	14	18
35	S1	15	13	9	6	3	15	13	18	0	13	17	15	2	11	11
36	C1	20	7	6	6	10	12	19	13	17	16	11	11	15	16	4
36	S1	20	15	7	9	25	16	22	19	20	3	21	23	20	24	18
37	C1	19	12	18	21	1	10	16	13	18	15	3	9	20	8	16
37	S1	22	18	21	7	25	24	25	20	19	18	13	20	15	24	24
38	C1	18	7	11	9	8	16	20	10	11	8	26	14	12	15	11
38	S1	22	24	27	0	15	28	23	22	19	20	26	20	12	25	16
39	C1	25	18	1	0	17	19	23	12	26	21	18	18	13	17	16
39	C2	21	18	0	5	21	19	19	15	17	17	19	19	17	10	18
39	S1	23	12	0	16	13	16	10	16	15	17	19	20	20	19	20
39	S2	21	21	17	19	17	16	20	16	17	5	21	20	17	15	24
40	C1	27	20	16	5	23	21	21	21	21	20	22	22	23	21	20
40	C2	26	18	11	0	21	23	21	23	25	22	24	28	22	21	21
40	S1	21	16	7	0	20	22	20	22	21	20	23	21	22	19	20
40	S2	27	16	8	0	22	20	20	22	23	21	22	22	22	12	18
41	C1	20	13	0	0	11	11	13	17	13	18	22	19	17	16	11
41	C2	26	22	1	0	20	19	23	22	19	20	21	23	15	21	18
41	S1	26	19	0	16	20	25	20	18	19	19	17	20	17	23	21
41	S2	26	19	10	5	24	24	20	20	14	21	24	22	20	17	22
42	C1	15	11	20	20	22	20	18	23	13	20	20	6	18	18	19
42	S1	19	16	11	5	12	7	15	17	11	16	19	12	19	12	0
43	C1	19	4	1	1	7	16	16	1	15	14	4	16	1	5	1
43	S1	19	4	19	2	14	18	10	5	19	13	24	4	9	2	16

Meridian	0.00	105.95	355.00	5.00	74.05	135.00	45.00	17.10	168.69	191.31	225.00	315.00	342.90	254.05	285.95
Exzentrizität	0.00	14.56	15.00	15.00	14.56	11.31	11.31	27.20	20.40	20.40	11.31	11.31	27.20	14.56	14.56

Punktnummer

Pat Nr.	Unter- suchung	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
44	C1	17	33	25	20	11	24	14	18	21	21	24	20	20	16	19
45	C1	20	20	0	0	22	20	22	22	18	18	22	23	17	16	22
45	C2	25	20	13	0	20	22	23	21	23	22	19	23	21	21	22
45	S1	17	21	8	0	19	21	26	16	22	23	20	21	16	18	16
45	S2	25	18	13	0	24	19	23	22	22	21	23	24	20	23	21
46	C1	16	18	19	19	22	20	19	21	17	20	22	21	22	18	17
46	S1	18	18	7	5	14	20	19	14	19	21	15	21	7	12	13
47	C1	26	19	0	3	19	19	23	18	20	19	17	21	15	18	17
47	C2	26	16	11	0	20	20	22	11	22	14	21	23	15	23	18
47	S1	16	20	17	21	19	20	18	19	22	25	23	21	15	14	2
47	S2	26	13	24	21	12	17	21	0	16	0	20	16	18	18	16
48	C1	15	22	5	11	21	23	23	19	17	23	16	17	10	17	12
48	S1	21	21	10	4	21	22	25	19	22	5	19	20	19	19	24
49	C1	14	5	21	21	6	7	20	8	19	19	6	19	23	15	10
49	S1	22	16	5	20	25	19	28	17	25	3	20	18	8	0	19
50	C1	25	20	21	11	17	20	12	18	19	21	19	20	22	20	12
50	S1	19	15	5	14	0	22	3	20	21	0	4	18	7	14	19
51	C1	29	23	10	20	20	22	24	23	22	23	25	22	19	22	22
51	C2	29	23	6	20	23	23	24	21	24	17	23	22	22	21	23
51	S1	30	23	10	18	20	23	23	22	22	20	21	23	19	20	23
51	S2	27	19	0	21	22	24	24	22	22	23	23	24	20	19	22
53	C1	22	20	5	23	22	20	20	21	19	22	15	20	21	19	19
53	S1	19	13	20	10	3	19	4	12	23	0	4	19	7	12	19
54	C1	19	24	15	8	23	21	21	23	20	22	25	14	22	17	21
54	S1	25	7	0	2	19	19	22	17	17	19	12	13	13	8	7
55	C1	25	20	1	0	21	22	23	19	21	21	22	21	21	21	21
55	C2	25	21	0	0	17	17	21	16	20	18	18	19	21	14	16
55	S1	25	19	0	0	20	22	20	17	20	21	20	20	22	21	22
55	S2	24	16	21	19	23	22	20	20	9	20	20	20	17	24	17
56	C1	28	19	0	0	20	18	26	16	22	23	19	6	15	12	20
56	C2	25	15	10	0	18	17	22	14	19	19	23	20	14	20	21
56	S1	27	21	20	22	22	20	22	22	22	21	6	18	19	12	13
56	S2	26	21	20	18	22	22	22	12	20	19	12	22	19	23	24

Meridian	101.31	78.69	171.25	188.75	164.05	195.95	10.30	349.70	135.00	45.00	225.00	315.00	258.69	281.31
Exzentrizität	20.40	20.40	26.31	26.31	14.56	14.56	22.36	22.36	2.83	2.83	2.83	2.83	20.40	20.40

Punktnummer

Pat Nr.	Unter- suchung	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	C1	21	20	18	20	20	25	19	21	19	20	22	20	21	18
1	C2	17	17	18	19	22	20	21	21	15	23	21	23	19	20
1	S1	19	18	21	17	21	21	22	24	23	23	22	24	19	19
1	S2	21	20	18	19	21	21	21	20	24	25	23	24	19	19
3	C1	17	16	16	21	17	20	20	20	10	20	18	19	13	14
3	S1	6	17	17	8	17	20	16	8	18	21	22	20	18	18
4	C1	20	11	23	16	21	22	21	19	20	7	18	21	19	20
4	C2	18	21	20	20	22	21	21	20	22	20	17	21	20	21
4	S1	17	15	18	11	23	15	18	18	12	25	19	21	12	19
4	S2	20	25	19	19	24	25	19	17	16	24	22	28	18	18
5	C1	18	16	23	16	20	19	19	19	20	18	19	22	14	15
5	S1	25	2	17	23	10	19	15	14	0	21	4	9	18	7
7	C1	17	19	18	18	15	19	11	19	13	19	10	11	16	14
7	C2	19	15	20	21	18	11	21	21	18	19	14	9	13	16
7	S1	6	12	20	17	0	16	15	17	11	6	10	5	3	13

Meridian 101.31 78.69 171.25 188.75 164.05 195.95 10.30 349.70 135.00 45.00 225.00 315.00 258.69 281.31  
Exzentrizität 20.40 20.40 26.31 26.31 14.56 14.56 22.36 22.36 2.83 2.83 2.83 2.83 20.40 20.40

		Punktnummer													
Pat Nr.	Unter- suchung	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	7 S2	7	15	17	11	13	18	21	19	17	14	18	15	18	5
	9 C1	17	10	15	18	15	7	5	14	17	21	13	8	9	2
	9 S1	7	10	8	5	7	14	17	4	28	28	11	25	11	17
	10 C1	16	19	19	20	21	21	22	21	17	23	21	22	21	19
	10 S1	15	21	21	21	17	23	21	17	4	28	20	17	23	17
	11 C1	10	27	18	11	12	20	19	17	25	15	11	11	21	14
	11 S1	11	22	19	21	10	16	9	17	20	17	27	27	13	12
	12 C1	22	23	20	15	22	19	16	16	22	17	23	21	17	23
	12 S1	12	11	23	23	22	15	21	22	23	23	26	26	15	20
	13 C1	16	19	15	21	22	22	19	19	21	21	19	21	19	21
	13 C2	15	17	19	18	21	18	18	21	23	20	22	19	21	16
	13 S1	0	15	15	6	20	21	19	15	14	19	22	20	11	21
	13 S2	15	17	21	20	21	18	21	22	17	21	22	22	14	19
	14 C1	0	1	6	21	20	0	9	8	0	2	0	3	16	11
	15 C1	19	23	19	35	25	20	17	26	20	25	22	29	23	22
	15 C2	35	35	33	30	21	36	35	21	23	36	20	31	35	21
	15 S1	21	12	15	23	19	15	22	20	29	27	28	28	18	21
	15 S2	23	25	20	23	25	22	19	24	13	13	31	29	25	25
	16 C1	18	16	18	21	17	20	22	18	23	22	20	21	17	17
	16 C2	18	17	17	19	18	20	22	22	24	20	23	21	19	23
	16 S1	20	15	20	5	24	20	22	20	24	22	24	24	15	18
	16 S2	20	15	11	19	24	20	19	22	24	24	21	26	21	17
	17 C1	12	18	12	17	24	15	30	27	18	5	13	16	15	13
	17 S1	23	23	13	17	19	24	16	20	31	22	29	28	6	5
	18 C1	17	19	19	17	19	14	18	14	20	18	20	10	17	15
	18 C2	19	20	16	20	21	19	21	11	20	17	21	24	22	17
	18 S1	15	12	20	20	16	24	13	18	6	2	16	19	17	17
	18 S2	0	14	15	13	21	18	22	16	15	8	4	21	6	3
	19 C1	8	19	23	8	6	13	16	16	17	14	13	23	3	15
	19 S1	3	20	9	5	27	14	11	20	6	3	4	12	4	5
	20 C1	22	24	22	24	22	29	18	20	27	32	21	23	18	20
	20 C2	26	36	36	35	32	36	30	36	36	33	36	35	35	36
	20 S1	12	25	18	18	2	14	24	19	31	22	23	23	17	0
	20 S2	21	25	21	20	24	23	19	22	25	29	24	22	17	17
	21 C1	18	19	20	0	20	11	17	18	22	16	6	14	6	5
	21 C2	22	22	22	15	23	22	17	20	24	19	19	25	14	19
	21 S1	15	12	21	20	22	16	18	18	22	12	14	23	15	3
	21 S2	15	19	18	18	19	20	17	20	14	21	20	21	19	12
	22 C1	18	0	7	14	6	4	11	7	0	26	18	14	19	1
	22 S1	0	9	21	5	23	0	15	4	24	10	31	19	2	0
	23 C1	18	19	21	18	21	20	22	21	23	21	19	12	18	14
	23 C2	16	16	18	20	22	20	18	17	21	21	23	21	12	16
	23 S1	22	18	23	20	21	24	20	22	22	29	19	23	19	13
	23 S2	20	20	20	20	23	24	20	20	22	25	20	23	15	18
	24 C1	20	15	21	22	22	21	20	24	24	20	25	25	18	
	24 C2	15	19	20	19	22	23	15	23	23	21	24	16	20	
	24 S1	16	20	18	19	20	19	20	22	22	18	23	21	13	
	24 S2	13	20	20	21	22	19	18	22	22	18	23	19	20	
	25 C1	17	11	17	19	18	20	21	20	23	23	23	21	12	20
	25 C2	16	17	24	20	15	22	21	20	19	25	21	19	24	21
	25 S1	21	20	21	19	23	21	22	19	23	22	24	26	22	19
	25 S2	18	18	21	21	20	22	21	16	20	26	24	21	17	17
	26 C1	26	16	16	12	22	22	24	23	22	22	18	16	23	18
	26 C2	17	18	19	20	21	17	20	20	20	27	25	24	20	20
	26 S1	16	17	17	19	22	21	22	21	22	23	14	22	20	15

Meridian 101.31 78.69 171.25 188.75 164.05 195.95 10.30 349.70 135.00 45.00 225.00 315.00 258.69 281.31  
 Exzentrizität 20.40 20.40 26.31 26.31 14.56 14.56 22.36 22.36 2.83 2.83 2.83 2.83 20.40 20.40

## Punktnummer

Pat Nr.	Unter- suchung	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
26	S2	21	22	21	21	21	13	21	22	23	25	29	25	20	19
27	C1	20	19	19	14	16	21	20	20	21	12	14	18	12	21
27	C2	18	18	17	17	22	20	21	19	23	17	19	16	22	16
27	S1	19	19	20	13	19	21	19	15	12	22	23	20	18	19
27	S2	20	18	20	18	21	24	22	17	22	21	23	23	19	13
28	C1	18	15	11	22	15	14	5	6	18	9	13	9	6	6
28	S1	0	16	0	18	21	0	0	0	6	0	0	0	6	0
29	C1	15	17	16	18	17	22	14	6	21	20	15	20	7	17
29	S1	19	20	20	20	17	27	24	16	29	23	25	20	21	17
30	C1	17	17	28	15	20	14	19	28	34	33	21	36	23	26
30	S1	5	16	23	11	24	27	18	22	27	23	17	29	19	10
34	C1	13	13	22	13	17	20	13	12	27	27	22	22	16	19
34	S1	8	18	11	12	24	10	18	20	24	31	13	18	13	3
35	C1	0	15	5	11	20	6	17	11	14	14	9	5	0	16
35	S1	0	3	18	20	18	18	12	6	19	18	20	20	5	12
36	C1	16	9	17	12	16	15	14	10	13	15	16	14	19	16
36	S1	17	23	20	18	15	23	21	18	23	11	19	12	19	22
37	C1	13	10	16	20	18	17	16	21	13	9	6	13	16	12
37	S1	22	13	20	16	14	20	16	13	29	28	22	14	19	17
38	C1	18	17	18	22	6	8	15	18	22	3	20	23	12	17
38	S1	20	25	21	20	27	24	22	22	24	31	29	23	19	20
39	C1	19	16	18	14	17	19	17	14	21	22	21	20	16	18
39	C2	17	16	16	16	17	13	14	15	21	21	20	21	12	17
39	S1	12	13	15	16	18	20	12	18	22	20	19	23	15	17
39	S2	22	19	18	16	20	18	24	20	24	24	18	23	19	17
40	C1	22	19	19	18	22	21	22	21	25	24	24	23	18	15
40	C2	18	15	20	20	23	22	22	21	21	24	23	24	18	16
40	S1	17	15	21	15	23	24	21	21	21	23	22	23	19	15
40	S2	17	16	18	16	24	20	24	20	21	24	24	24	21	19
41	C1	16	17	7	17	7	17	19	11	20	20	18	20	19	20
41	C2	20	18	21	20	18	21	22	21	23	23	23	22	21	19
41	S1	19	19	20	21	16	14	20	21	19	20	20	22	15	21
41	S2	21	21	21	20	24	23	22	19	24	23	25	25	20	21
42	C1	11	16	20	16	20	10	21	4	6	27	13	20	20	10
42	S1	12	6	13	8	14	18	6	10	13	18	8	16	10	0
43	C1	5	1	5	16	1	16	9	1	5	4	16	9	6	6
43	S1	1	13	9	3	10	19	9	20	14	4	2	17	0	15
44	C1	22	19	18	20	22	11	20	19	21	21	24	11	21	22
45	C1	16	19	17	21	24	26	23	19	18	23	13	24	10	20
45	C2	21	22	21	20	24	21	21	22	23	24	23	23	21	21
45	S1	16	10	21	19	22	21	22	19	24	23	24	22	20	18
45	S2	17	22	20	20	22	21	20	22	23	24	23	25	20	21
46	C1	20	22	22	18	21	20	23	19	19	22	20	20	18	18
46	S1	19	14	21	15	10	18	13	22	17	4	15	13	7	15
47	C1	16	18	15	13	20	19	19	17	20	22	21	22	17	19
47	C2	19	18	19	9	17	17	15	18	23	23	21	23	11	22
47	S1	18	20	21	19	22	18	19	20	12	23	20	11	20	21
47	S2	1	9	15	21	20	18	15	17	24	23	28	26	5	13
48	C1	21	21	22	22	17	19	21	20	22	23	8	25	19	21
48	S1	22	19	16	18	18	23	22	18	10	22	17	23	10	5
49	C1	18	6	16	15	14	21	11	20	19	21	15	14	10	16
49	S1	23	15	16	2	4	10	12	8	17	8	6	21	13	22
50	C1	13	18	15	17	19	20	23	1	18	22	22	20	18	9
50	S1	19	17	15	19	24	21	8	3	22	25	0	14	7	23
51	C1	21	21	22	20	23	24	22	20	25	27	23	23	20	17

Meridian 101.31 78.69 171.25 188.75 164.05 195.95 10.30 349.70 135.00 45.00 225.00 315.00 258.69 281.31  
Exzentrizität 20.40 20.40 26.31 26.31 14.56 14.56 22.36 22.36 2.83 2.83 2.83 2.83 20.40 20.40

**Punktnummer**

Pat	Unter-														
Nr.	suchung	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
51	C2	21	18	21	17	23	24	22	20	23	26	25	26	17	19
51	S1	20	21	21	19	23	23	24	21	27	24	24	26	20	17
51	S2	19	17	21	18	23	25	24	24	26	25	23	25	20	23
53	C1	18	21	22	15	20	19	20	22	22	21	22	21	12	19
53	S1	4	3	16	3	14	18	10	11	14	14	15	20	2	0
54	C1	22	24	23	24	22	16	24	22	25	23	25	25	23	15
54	S1	17	17	20	5	23	0	19	22	7	23	11	0	19	19
55	C1	22	16	24	20	22	24	21	22	25	23	23	26	22	20
55	C2	14	16	17	20	20	17	15	14	19	21	21	20	20	18
55	S1	17	17	20	20	21	18	22	21	24	25	25	22	20	19
55	S2	12	3	20	19	20	20	15	22	24	24	15	23	13	5
56	C1	18	18	19	24	21	18	18	11	25	15	22	20	14	24
56	C2	14	18	16	20	20	13	16	16	15	24	24	21	20	19
56	S1	23	21	16	6	23	21	18	16	24	22	25	24	18	17
56	S2	15	19	15	16	18	12	18	19	24	26	25	25	17	17

## **4. Diskussion**

In dieser Studie wurde am Twinfield Perimeter die Durchführbarkeit von automatischer statischer und kinetischer Perimetrie bei Kindern im klinischen Alltag untersucht.

Das Untersuchungsprogramm war kurz und kompakt und beinhaltete eine Erklärung und Demonstration der Lichtstimuli sowie den Übungsdurchgang. Es war möglich, die gesamte Untersuchung in einer klinisch praktikablen Zeitdauer von maximal 30 Minuten durchzuführen.

Es zeigten sich wenige Unterschiede zwischen den Gruppen der gesunden und schielenden Kinder.

### ***4.1 Auswahl von Versuchspersonen***

Die an dieser Studie teilnehmenden Kinder wurden zum Großteil aus der Ambulanz der kinderophthalmologischen Abteilung des Universitätsklinikums Regensburg rekrutiert. Zusätzlich wurden einige Kinder speziell eingeladen, an der Untersuchung teilzunehmen, um den Anteil der augengesunden Teilnehmer zu erhöhen.

Bei den aus dem Ambulanzbetrieb ausgewählten Kindern wurden solche gewählt, die fähig erschienen, eine zusätzliche Untersuchung durchzuführen. Hieraus könnte sich ein Auswahlbias ergeben, da von der Untersucherin unruhige oder besonders unmotivierte und schwierige Kinder im Voraus ausgeschlossen wurden. Allerdings entspricht dies dem Vorgehen im klinischen Alltag, da auch hier keine Untersuchung an Patienten vorgenommen wird, bei denen man im Vorhinein annimmt, dass sie keine ausreichende Mitarbeit zeigen können.

Die zufällige Patientenauswahl wurde möglicherweise durch die Bereitschaft der Eltern beeinflusst, ihre Kinder an der Studie teilnehmen zu lassen, da einige wenige Eltern mit der Teilnahme nicht einverstanden waren und ihre Kinder folglich nicht teilnahmen. Der meistgeäußerte Grund für die Verweigerung war die Zeitdauer, da hierdurch der Aufenthalt im Krankenhaus nochmals verlängert worden wäre. Des Weiteren standen natürlich jene Kinder, die speziell zur Untersuchung eingeladen wurden, nicht unter dem besonderen Stress eines Arztbesuchs bzw. einer für ihre Gesundheit wichtigen Untersuchung. Diese Kinder waren wahrscheinlich weniger

aufgeregt als jene, die bereits viel Zeit mit Untersuchungen in der Augenklinik verbracht hatten. Andererseits waren die speziell eingeladenen Kinder zumeist Bekannte der Untersucherin oder ihrer Kollegen, sodass sich auch diese möglicherweise besonders anstrebten, eine gute Leistung zu erzielen. Diese zusätzliche Motivation durch persönliche Bekanntschaft entfiel bei den aus der Ambulanz rekrutierten Kindern.

Es ließ sich demzufolge kein repräsentativer Querschnitt der Bevölkerung zur Untersuchung heranziehen. Im Rahmen der relativ geringen Teilnehmerzahl an der Studie, stellte sich allerdings ein insbesondere im Bezug auf die Altersverteilung ausgewogenes Kollektiv dar.

## **4.2 Untersuchungsbedingungen**

Alle an der Studie teilnehmenden Personen sollten möglichst gleiche Bedingungen vorfinden. Die Untersuchung wurde daher immer im selben Raum und von der gleichen Untersucherin durchgeführt. Allerdings wurden gewisse Modifikatoren beobachtet.

Der Einfluss der Begleitperson auf die Leistung der Kinder während der Untersuchung war unterschiedlich: Teilweise schafften die anwesenden Eltern eine positive Atmosphäre und motivierten das Kind zusätzlich, andere hemmten das Kind durch die vielleicht zu große Erwartungshaltung. Möchte man eine solche Untersuchung im Rahmen eines normalen Ambulanzbetriebs durchführen, sind Einflüsse wie diese nicht auszuschließen. Störungen des Untersuchungsablaufs durch z.B. in den Raum kommende Kollegen ließen sich ebenso nicht gänzlich ausschalten. Trotz des Versuches, die Bedingungen gleich zu gestalten, ließ sich dies somit nicht in allen Fällen exakt gewährleisten, spiegelt aber damit auch die Bedingungen im normalen Ambulanzbetrieb wieder.

### **4.2.1 Lerneffekt und Ermüdung**

Die Kinder, welche an der Studie teilnahmen, hatten bis auf einzelne Ausnahmen keinerlei Erfahrung mit Gesichtsfelduntersuchungen.

In dieser Studie zeigte sich eine signifikante Verbesserung der mittleren Sensitivität bei den Patienten, die eine Strategie mehrmals durchführten, für CLIP  $p=0,002$ , und für Schnelle Schwelle  $p=0,003$  (t-Test).

Der Lerneffekt, eine Verbesserung der Ergebnisse über mehrere Untersuchungen hinweg, wurde bereits früher bei kinetischen Gesichtsfelduntersuchungen bei Erwachsenen beobachtet (Aulhorn und Harms, 1967)<sup>42</sup>. Ebenso sind diese Effekte in der Statischen Perimetrie bekannt. Um diese zu vermeiden, werden in einigen Studien die erste (Flammer et al., 1984; Heijl et al., 1987; Flanagan et al., 1993; Wild et al. 1999)<sup>18,43-45</sup> oder sogar die erste und zweite Untersuchung nicht berücksichtigt (Wilensky und Joondeph, 1984)<sup>46</sup>. Dies erscheint für Studien mit Kindern im klinischen Umfeld aufgrund der langen Testdauer nicht durchführbar. Es lagen bisher keine Veröffentlichungen über Lerneffekte bei Perimetrie mit Kindern vor. Prinzipiell sind aber ähnliche Effekte zu erwarten.

Marra und Flammer (1991)<sup>47</sup> fanden keinen Hinweis auf eine Verbesserung der Sensitivität unter den von ihnen getesteten Probanden, bestätigten aber die Möglichkeit des Auftretens von Lerneffekten unter anderen Voraussetzungen.

Ebenso kein Lerneffekt fand sich in der Studie von Heijl et al. (1989)<sup>48</sup>, die bei einem Normalkollektiv in drei bzw. zehn Sitzungen jeweils zwei Tests durchführte.

Searle et al. (1991)<sup>49</sup> führten in zwei Sitzungen jeweils drei Schwellenwertmessungen mit einem 30 Punkte Raster durch. Innerhalb beider Sitzungen nahm die mittlere Empfindlichkeit vom ersten bis zum dritten Test ab, dies wurde als Ermüdungseffekt gewertet. Gleichzeitig lag allerdings die mittlere Sensitivität der Tests der zweiten Sitzung bis zu 1,4 dB höher als jene der ersten Sitzung. Dies wurde als Lerneffekt, im Sinne einer Verbesserung der Ergebnisse über mehrere Untersuchungen hinweg, gewertet.

Ein Ermüdungseffekt wurde von einigen Autoren als Abnahme der Sensitivität während einer Untersuchung von Erwachsenen beschrieben (Wood et al., 1987; Heijl et al., 1989; Searle et al., 1991)<sup>48-50</sup>. Durchaus möglich erscheint einigen Autoren ein Ausgleich von Ermüdungs- und Lerneffekt innerhalb einer Sitzung (Brenton et al., 1986; Katz und Sommer 1986; Wall et al., 2001)<sup>51-53</sup>.

In der vorliegenden Studie wurden höhere MS Werte und niedrigere MD Werte für die CLIP Strategie im Vergleich mit der Schnellen Schwellen Strategie festgestellt, allerdings erreichten diese kein signifikantes Niveau. Ähnliche Beobachtungen wurden in der Literatur als reduzierte Ermüdung durch kürzere Untersuchungszeiten beschrieben (Flanagan et al. 1993; Schaumberger et al. 1995; Wild et al.

(1999)<sup>45,54,55</sup>. Der Vergleich der CLIP Strategie mit der 4/2 Eingabelungsstrategie von Wabbels et al. 2005<sup>15</sup> bei Glaukomentpatienten zeigte für die CLIP Strategie höhere MS und niedrigere MD in Verbindung mit deutlicher Zeiteinsparung. Auch hier wurde dies mit der kürzeren Testdauer und damit geringeren Ermüdung erklärt.

Bei Betrachtung der Kinder, die beide Untersuchungen durchgeführt hatten, war keine signifikante Verbesserung in der zweiten Untersuchung sichtbar.

Dies spricht also gegen einen Lerneffekt in der Wiederholungsuntersuchung und für die Tatsache, dass die Kinder mit den primär besseren Testergebnissen dann auch fähig waren, die zweite Untersuchung durchzuführen, während diejenigen mit den schlechteren Ergebnissen die Untersuchung vorzeitig beendeten.

Auch bei der Schnellen Schwellenstrategie waren nach Ausschluss der Kinder, welche nur eine Untersuchung durchgeführt hatten, die Ergebnisse im zweiten Test signifikant besser. Dies würde für einen größeren Lerneffekt bei der Schnellen Schwellen Strategie sprechen.

Insgesamt bleibt jedoch eine leichte Verbesserung der Werte bei beiden Strategien im Wiederholungstest. Dies wäre dann eventuell doch als Lerneffekt zu werten.

### **4.3 Kinetische Perimetrie**

#### **4.3.1 Kinetische Perimetrie bei Kindern**

Die manuelle Goldmann Untersuchung wird bei Kindern oft verwendet. Zum einen, da der Perimetrist den Kindern Hilfestellung und Unterstützung bieten kann, zum anderen wird die kontinuierliche zentrale Fixation dauerhaft überwacht.

Bereits 1973 führte Liao<sup>28</sup> eine groß angelegte Studie mit 356 Kindern durch. In der manuellen kinetischen Untersuchung wurde am Goldmann Perimeter mit dem I<sub>1</sub> Stimulus anhand von acht Meridianen getestet. Die Testgeschwindigkeit lag bei etwa 5°/sec. Die Messung wurde an jedem Meridian dreimal durchgeführt. Es zeigte sich eine altersabhängige Verbesserung der Werte. Auffällig war eine besonders deutliche Verbesserung zwischen sechs und achteinhalb Jahren.

Tomonaga 1974<sup>40</sup> führte eine kinetische Untersuchung bei 70 Kindern durch. Die Probanden waren zwischen vier und zehn Jahre alt und gesund. Es wurden sechs Meridiane mit je drei Stimuli getestet. Es fanden sich keine signifikanten Veränderungen bei der Auswertung nach den verschiedenen Stimuli oder bei der

Auswertung nach dem Alter. Hieraus schloss der Autor, dass es keine Zunahme der Gesichtsfeldgröße nach dem fünften Lebensjahr gibt.

Im Gegensatz dazu berichtet Quinn et al 1991<sup>30</sup> über eine Vergrößerung des Gesichtsfeldes mit steigendem Alter bei seiner Studie.

In der Untersuchung von Myers et al 1999<sup>39</sup> wurden 106 gesunde Kinder im Alter von zehn Jahren untersucht. Benutzt wurde das Goldmann Perimeter mit den Stimuli V<sub>4</sub> und III<sub>4</sub> an acht Meridianen. Die Untersuchungsgeschwindigkeit war 3°/sec. Im Vergleich ihrer Ergebnisse mit der vorhandenen Literatur (Quinn<sup>30</sup>, Liao<sup>28</sup>) zeigten sich vergleichbare Ergebnissen.

Akar et al 2008<sup>56</sup> berichteten in ihrer Studie über die Gesichtsfeldanalyse der normalen kindlichen Bevölkerung. Hier wurden neben statischen auch kinetische Tests durchgeführt. Am Goldmann Perimeter wurde eine manuelle Testung mit dem V<sub>4</sub> Stimulus (25 mm<sup>2</sup>) an acht Meridianen durchgeführt. Die Geschwindigkeit war 3°/sec. Detaillierte Ergebnisse der kinetischen Tests wurden leider keine berichtet. Ausgeführt wurde lediglich, die Kinder hätten diese Untersuchung nur schlecht durchführen können und die Zeit sei mit 11,06 ± 3,9 min für ein Auge sehr lang gewesen.

#### **4.3.2 Automatische kinetische Gesichtsfelduntersuchung**

Die Schwierigkeit, sowohl die manuelle kinetische Perimetrie zu standardisieren als auch die Abhängigkeit vom Untersucher, waren unter anderem ein Grund für die Entwicklung der automatischen Perimetrie. In Studien zeigten sich mit verschiedenen Geräten gute Übereinstimmungen mit den Werten der manuellen Goldmann Perimetrie.

##### **4.2.3.1 Prüfungsgeschwindigkeit**

Wabbels und Kolling testeten 1999<sup>57</sup> in einer Pilotstudie das Twinfield Perimeter. Die erzielten Werte der automatischen kinetischen Perimetrie waren mit dem Goldmannstandard vergleichbar, ohne das bei der manuellen Untersuchung bestehende Problem der untersucherspezifischen Prüfungsgeschwindigkeit.

In einer weiteren Studie untersuchten Wabbels und Kolling 2001<sup>13</sup> die verschiedenen Prüfungsgeschwindigkeiten und ihre Ergebnisse am Twinfield Perimeter. An 12 augengesunden Probanden wurde mit einer Prüfungsgeschwindigkeit von 1-7°/sec eine

komplette Goldmann Untersuchung (Reizmarken III<sub>4</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>1</sub>) durchgeführt. Die besten Ergebnisse lieferte die Untersuchung mit 2°/sec. Die Autoren merken allerdings an, dass solch langsame Prüfgeschwindigkeiten nur selten in der klinischen Praxis zu finden sind. Eine Abhängigkeit der Resultate von Prüfgeschwindigkeit und Reaktionszeit zeigte Fankhauser 1969<sup>58</sup>. Die von ihm empfohlene Testgeschwindigkeit ist wie bei Wabbels und Kolling 2°/sec. Johnson und Keltner berichteten 1987<sup>59</sup> über Tests mit verschiedenen Geschwindigkeiten von 1°-8°/sec., sie empfahlen eine Geschwindigkeit von 4°/sec.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass höhere Geschwindigkeiten kleine Isopteren liefern, niedrigere die Testdauer verlängern. Insbesondere die lichtschwachen Stimuli I<sub>2</sub> und I<sub>1</sub> liefern schlechtere Werte bei höheren Testgeschwindigkeiten. Dies zeigten Wabbels und Kolling 2001<sup>13</sup> übereinstimmend mit Johnson und Keltner 1987<sup>59</sup>. Als Erklärungsversuch dient die Vorstellung des Gesichtsfeldberges, der zunächst vom Zentrum steil abfällt, dann im Bereich der mittleren Peripherie eine Art Plateau erreicht, um in der äußeren Peripherie wieder steiler abzufallen (Aulhorn und Harms 1972)<sup>8</sup>.

Parrish et al untersuchen 1984<sup>60</sup> mit verschiedenen Geschwindigkeiten je nach Exzentrizität.

Da die so gewonnene Untersuchungszeit gegebenenfalls mit Verlust von Reproduzierbarkeit einhergeht, und bei Kindern von einer höheren Reaktionszeit ausgegangen werden kann, setzten wir für diese Studie die Geschwindigkeit auf 2°/sec fest.

#### **4.2.3.2 Untersuchungsbedingungen**

Der Vorteil der manuellen Perimetrie liegt darin, dass ein sofortiges Nachtesten möglich ist und somit sofort auf etwaige Probleme oder Fixationsfehler reagiert werden kann. Dies ist im Twinfieldperimeter ebenfalls gegeben. Der Untersucher kann im Anschluss an die jeweilige Untersuchung bestimmte Meridiane nachtesten. Dies ist sowohl automatisch als auch manuell möglich. Ebenso ist die Einbeziehung benachbarter Testresultate vorstellbar, wie von Johnson et al 1985<sup>61</sup> am Squid Perimeter beschrieben. Die automatische Perimetrie bietet eine randomisierte Untersuchung, was bei der manuellen Methode nur teilweise möglich ist. Wabbels und Kolling zeigten 1999<sup>57</sup> am Twinfieldperimeter, dass eine der Goldmannuntersuchung vergleichbare automatische Untersuchung in unter 3 min

möglich ist. Die zentralen Isopteren stellten sich im Vergleich mit der Goldmannuntersuchung etwas größer dar, was auf die vermutlich meist schnellere Geschwindigkeit bei der manuellen Untersuchung zurückgeführt wurde.

Die automatische Perimetrie kann Probleme durch Fehler des Untersuchers und technische perimetrische Probleme vermindern.

### 4.3.3 Ergebnisse der kinetischen Perimetrie

Bei Gegenüberstellung unserer Ergebnisse mit den Ergebnissen der manuellen Standard Goldmann Perimetrie bei Kindern (Liao 1973, Tomononaga 1974, Quinn et al. 1991, Myers et al. 1999)<sup>28,30,39,40</sup> waren die Isopteren vergleichbar. Eine Darstellung der Werte ist in Tabelle 32 und 33 sowie den Abbildungen (20 und 21) zu sehen.

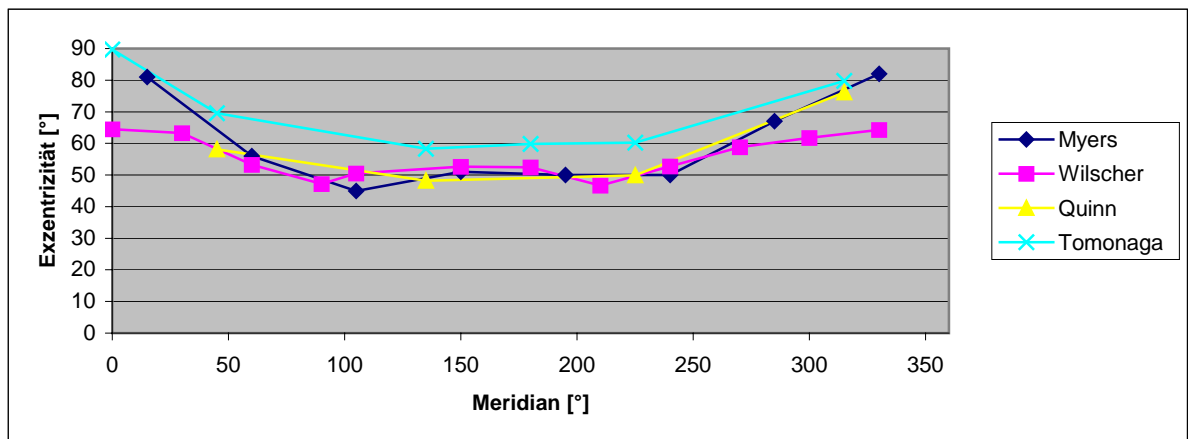


Abb.20: Vergleich an den Meridianen mit Stimulus III<sub>4</sub>

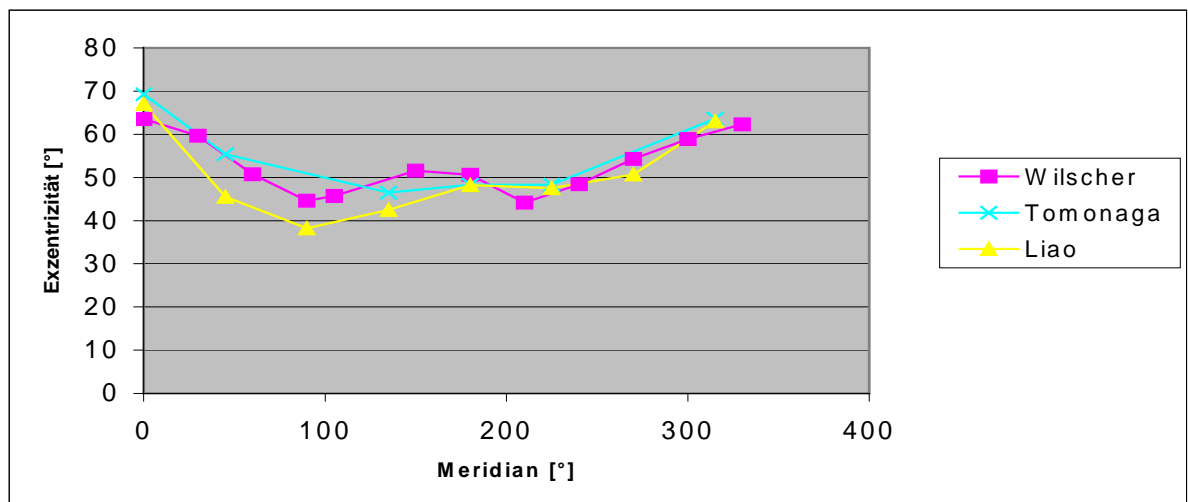


Abb.21: Vergleich an den Meridianen mit Stimulus I<sub>4</sub> (Tomonaga und Wilscher) bzw. I<sub>1</sub> (Liao)

*Tabelle 32: Vergleich der Ergebnisse über den Meridianen für die Stimuli III4 und V4*

Stimulus Meridian	Myers 1999 III4	Wilscher 2009 III4	Quinn 1991 V4	Tomonaga V4
0,00			64,44	89,70
15,00	81,00			
30,00		63,24		
45,00			58,10	69,50
60,00	56,00	53,28		
90,00		47,22		
105,00	45,00	50,55		
135,00			48,20	58,30
150,00	51,00	52,65		
180,00		52,40		59,80
195,00	50,00			
210,00		46,72		
225,00			49,90	60,20
240,00	50,00	52,75		
270,00		58,82		
285,00	67,00			
300,00		61,80		
315,00			76,10	79,80
330,00	82,00	64,24		

*Tabelle 33: Vergleich über den Meridianen mit dem Stimulus I4 und I1*

Stimulus Meridian	Wilscher 2009 I4	Tomonaga 1974 I4	Liao 1973 I1
0,00	63,56	69,29	67,04
30,00	59,67		
45,00		55,40	45,52
60,00	50,77		
90,00	44,60		38,20
105,00	45,68		
135,00		46,46	42,52
150,00	51,60		
180,00	50,62	48,27	48,26
210,00	44,19		
225,00		48,30	47,52
240,00	48,40		
270,00	54,32		50,69
300,00	58,89		
315,00		63,61	63,04
330,00	62,33		

Die deutlichen Abweichungen unserer Werte bei den höheren Exzentrizitäten sind durch den methodischen Nachteil der verwendeten Software mit Start der automatischen Perimetrie erst bei 70° in unserer Studie zu erklären. Die aktuell erhältliche neuere Version des Twinfield Perimeters hat einen bis auf 85°

vergrößerten Messbereich und sollte somit diese Probleme nicht mehr haben. Ansonsten liefert die automatische kinetische Perimetrie (soweit dies bei teilweise unterschiedlichen Marken aussagekräftig ist) mit der manuellen kinetischen Perimetrie vergleichbare Ergebnisse. Aufgrund der bei Erwachsenen bereits nachgewiesenen deutlichen Vorteile der automatischen Perimetrie (Wabbels, Kolling 1999)<sup>57</sup> ist dies auch eine mögliche Verbesserung bei der Untersuchung von Kindern.

Ein Hauptproblem bei der Untersuchung von Kindern ist ihre zeitlich begrenzte Konzentrationsfähigkeit. Diese ist bei der perimetrischen Untersuchung über eine längere Zeit allerdings nötig, um valide Ergebnisse zu erzielen. Durch eine deutliche Verkürzung der Untersuchungszeit durch die automatische kinetische Perimetrie kann das Problem der reduzierten Konzentrationsfähigkeit der jungen Patienten vermindert werden. Die verkürzte Testdauer mit der automatischen Methode ist zum einen durch die konstante Testgeschwindigkeit und der kürzeren Unterbrechungen zwischen den einzelnen Stimulusdarstellungen zurückzuführen. Die Maschine kann schneller vom Zentrum zum neuen Startpunkt fahren und auch die Registrierung der Testorte und deren Einzeichnung entfallen. Außerdem prüft das Gerät nicht erneut von der maximal darstellbaren Exzentrizität aus, sondern nur etwas weiter außen als der nächsthellere Stimulus. Dies trägt zur Verkürzung der Testdauer bei. Anzumerken ist allerdings auch die eingeschränkte Verwertbarkeit der Tests mit dem Stimulus III<sub>4</sub>, da hier erst ab 70° getestet werden konnte. Erwartet wurden eventuell sogar höhere Werte. Durch den Beginn des Tests bei 70 Grad wurde natürlich auch Zeit eingespart. Bei Tests mit der neueren Version und der Möglichkeit ab 85° zu testen könnte es somit zu einem geringen Ansteigen der Testdauer kommen. Wie bereits von Akar et al 2008<sup>56</sup> berichtet, war die Untersuchungszeit mit der manuellen Goldmannperimetrie sehr lange, dies wurde von den Kindern nur schlecht toleriert. In dieser Arbeit wurden 68 dreizehnjährige Kinder am Goldmann Perimeter mit dem Stimulus V<sub>4</sub> an acht Meridianen untersucht. Die Testgeschwindigkeit war 3 °/sec. Die Untersuchung dauerte im Durchschnitt 11,06 Minuten (SD 3,9 min).

Unsere Untersuchung dauerte im Mittel bei zwölf Meridianen für je vier Stimuli nur 3 Minuten und 25 Sekunden ± 80 sec. Dies mag ein Grund dafür sein, dass alle Kinder die Goldmann I Untersuchung durchführen konnten. Selbst die Kinder, die bei der statischen Untersuchung Probleme hatten, meist aufgrund zu schneller Stimuliwechsel oder zu kurzer Darbietungszeit, waren fähig, die kinetische

Untersuchung durchzuführen. Wahrscheinlich ist auch dies ein Verdienst der relativ langsamen Testgeschwindigkeit.

Aufgrund der unterschiedlichen Testanordnungen und teilweise nicht vorhandenen Angaben konnte ein Vergleich der Testdauer mit Liao 1973<sup>28</sup> und Tomononaga 1974<sup>40</sup> nicht durchgeführt werden. Bei der Studie von Quinn et al. 1991<sup>30</sup> wurden jeweils drei Messungen an den vier Punkten durchgeführt. Die Untersuchungsdauer war im Mittel 4,4 min bei dem 6° Double Arc Perimeter, 4,3 min bei dem 2° Double Arc und 5,1 min für das Goldmann Perimeter. Dies kommt der Untersuchungszeit bei unserer Goldmannuntersuchung nahe. Jedoch wurden mit nur zwölf Punkten je Test wesentlich weniger Messungen durchgeführt. Im Vergleich hierzu wurden in unserer Untersuchung zwölf Meridiane je Isoptere, insgesamt also 48 Meridiane getestet.

Bei den Untersuchungen von Myers et al. 1999<sup>39</sup> ist die mittlere Zeitdauer mit 3 Minuten angegeben. Getestet wurden hier acht Meridiane mit je zwei Stimuli.

Insgesamt kann im Vergleich, - unter Einbeziehung der Anzahl der Prüfpunkte -, von einer kürzeren Untersuchungszeit mit unserer Methode ausgegangen werden.

Eine tabellarische Gegenüberstellung der vorhandenen Literatur ist in Tabelle 34 gezeigt.

*Tabelle 34: Literaturlauswertung der kinetischen Perimetrie mit Kindern*

Studie	Dauer in min	Anzahl der Messungen	Geschwindigkeit	Perimeter
Quinn (1991)	4.4	12	3°/sec	6 Degree double arc (manuell)
	4.3	12	3°/sec	2 Degree double arc (manuell)
	5.1	12	3°/sec	Goldmann (manuell)
Myers (1999)	3	16	3°/sec	Goldmann (manuell)
Akar (2008)	11	8	3°/sec	Goldmann (manuell)
Wilscher (2010)	3.3	48	2°/sec	Oculus Twinfield (automatisch)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die automatische kinetische Perimetrie für Kinder eine gute Option bzw. Alternative zur manuellen Strategie darstellt. Der Untersucher kann sich mehr auf das untersuchte Kind konzentrieren, da die Aufmerksamkeit nicht mehr auf andere Dinge wie Randomisierung der Meridiane oder kontinuierliche Geschwindigkeit gelegt werden muss. Die Ergebnisse sind mit denen der manuellen Messung vergleichbar, und teilweise sogar überlegen. Einzig negativer Punkt ist die zur Zeit der Studiendurchführung noch limitierte

Testmöglichkeit in der Peripherie (70°), was aber in den neueren Versionen des Twinfield Perimeters verbessert wurde. Eine Testung bis 85° Exzentrizität ist nun möglich. Ein Zurückgreifen auf die manuelle Perimetrie zur Bestimmung der Außengrenzen des Gesichtsfeldes mit größeren Marken scheint durch die Erweiterung der Testmöglichkeiten in der Peripherie mit den neueren Geräten nicht mehr nötig. Bezüglich der Untersuchungsdauer ließ sich eine deutliche Reduktion mit der automatischen Testung erreichen. Deshalb ist die automatische kinetische Perimetrie gerade für Patienten mit eingeschränkter Konzentrationsfähigkeit, wie z.B. Kinder zu empfehlen, da die Verkürzung der Untersuchungszeit einen deutlichen Vorteil bringt.

Im Vergleich mit den Twinfield Normwerten zeigte sich eine deutliche negative Abweichung der Werte in dieser Studie im Sinne kleinerer Isopteren. Die Normwerte der Firma basieren allerdings auf Messungen, die in einem Kollektiv von 17 – 61 jährigen Patienten durchgeführt worden sind. Vom Programm wurden hieraus die vermuteten Werte für Kinder errechnet. Man ging von einer mit dem Alter abnehmenden Größe des Gesichtsfeldes aus. Die vom Gerät zugrunde gelegten Normwerte für Kinder sind also aufgrund der Interpolation höher als die erhobenen Normalwerte für Erwachsene, was, wie in dieser Studie gezeigt wurde, nicht zutreffend ist. Die Untersuchungsergebnisse dieser Studie können nun als Altersreferenz für Kinder dienen.

#### **4.3.4 Bewertung der Untersuchungsergebnisse**

Die Unterscheidung zwischen schielenden und nicht schielenden Kindern erbrachte nur vereinzelte Unterschiede. Die einzig signifikanten Unterschiede erbrachte die Auswertung von Stimulus III<sub>4</sub>. Hier waren die temporalen Werte der Schielgruppe signifikant niedriger als die der gesunden Gruppe (siehe Ergebnisse Abschnitt 3.8.3.1). Da an diesen Orten ohnehin eine höhere Ausdehnung erwartet wird, als in unserer Studie durch die erst bei 70° beginnende Testung erreicht werden konnte, sind die Ergebnisse nur eingeschränkt verwertbar.

Ein ähnliches Resultat wurde mit manueller Goldmann Perimetrie gefunden (Quah und Kaye, 2004)<sup>62</sup>. In dieser Studie wurden sechs gesunde Erwachsene, 19 gesunde Kinder und 28 Kinder mit Schielamblyopie untersucht. In der Auswertung der

monokularen Gesichtsfelder zeigte sich ein gering aber signifikant höherer Wert bei Auswertung der horizontalen Grenzen bei den nicht schielenden Kindern. Die übrigen Ergebnisse zeigten keine Unterschiede zwischen gesunden und kranken Kindern. Die binokularen Gesichtsfelder der schielamblyopen Gruppe waren signifikant kleiner in der vertikalen Ausdehnung im Vergleich zur gesunden Gruppe. In Tierversuchen wurde gezeigt, dass die Gesichtsfeldeinschränkung keinen direkten Zusammenhang mit der Stärke des Schielens aufweist (di Stefano et al. 1996)<sup>63</sup>. Andere Studien (Pratt-Johnson et al., 1976, Sireteanu und Frontius 1981) berichten von einer mehr zentral gelegenen Schwäche bei Patienten mit geringem Schielwinkel, während solche mit größerem Winkel eher Einschränkungen in den nasalen und temporalen Halbfeldern hätten<sup>64, 65</sup>. Beeinflussende Faktoren sind sicherlich die Alternation des Schielens und retinale Korrespondenz (Sireteanu 1982)<sup>66</sup>.

Mahendrastari und Verriest<sup>67</sup> verglichen in ihrer Studie von 1986 das Gesichtsfeld von gesunden Personen mit jenem von Strabismuspatienten im Alter von 15-50 Jahren. Das monookuläre Gesichtsfeld wurde am Goldmann-Perimeter anhand von 12 Meridianen mit je 5 Stimuli geprüft. Die Ergebnisse zeigten ein größeres Gesichtsfeld bei den schielenden Probanden, besonders bei alternierendem Schielen. Als Erklärung wurde angeführt, dass monokulares Sehen für die nicht schielenden Personen eine besondere und ungewohnte Situation darstellt. Bei den Probanden mit alternierendem Schielen sei dies die Normalsituation und besonders das getestete bessere Auge sei überdurchschnittlich trainiert.

Eine klare Aussage über die Unterschiede der Gesichtsfeldausdehnung lässt sich auch aus diesen Ergebnisse nicht treffen. In der vorliegenden Studie erbrachten die schielenden Kinder eher schlechtere Werte.

Bei der automatischen kinetischen Perimetrie zeigte sich eine gute Reproduzierbarkeit der Ergebnisse besonders für die peripheren Testpunkte. Die zentralen waren schwieriger zu untersuchen, insbesondere bei jüngeren Kindern.

## **4.4 Statische Untersuchung**

### **4.4.1 Prüfpunktraster**

Die Anzahl der Prüfpunkte wird besonders durch den Zeitfaktor bestimmt. Während eine größere Zahl von geprüften Punkten die Genauigkeit prinzipiell fördert, erhöht sich mit der Dauer der Untersuchung der Ermüdungseffekt. Der Zeitaufwand und damit verbunden die Genauigkeit der Schwellenwertbestimmung hängen zum einen von der Anzahl der Rasterpunkte, zum anderen von der Häufigkeit der dort verwendeten Stimulusdarbietungen ab. Je nach Zielsetzung des Tests muss entschieden werden, ob viele Punkte eher ungenau oder wenige Rasterpunkte genauer getestet werden sollen (Flammer, 1993)<sup>3</sup>.

Ebenfalls von Bedeutung ist die Verteilung der Prüfpunkte. Die Testorte können gleichmäßig oder ungleichmäßig (meist zentral verdichtet) verteilt sein. Zentral verdichtete Raster werden für Krankheiten mit kleinen zentralen Ausfällen empfohlen (Aulhorn und Durst, 1982; Aulhorn, 1988; Weber, 1993)<sup>68-70</sup>. Gleichmäßige Raster sind für alle zentralnervösen Sehbahnstörungen geeignet (Flammer, 1993)<sup>3</sup>.

Ziel unserer Studie war, zum einen ein Raster mit Aussagekraft, zum anderen eines mit geringem Zeitaufwand zu benützen. Dabei sollten weniger exakte Aussagen über Gesichtsfelddefekte getroffen werden, vielmehr sollte ein Überblick über das kindliche Gesichtsfeld das Ergebnis sein. Das Quickscreening Raster mit 27, nach Einfügen des blinden Flecks mit 29 Punkten, erschien geeignet, da es bis 30° Exzentrizität einen guten Überblick gibt, und relativ schnell durchzuführen ist.

### **4.4.2 Auswahl von Messstrategien**

Je mehr Messungen an einem Ort durchgeführt werden, desto genauer lässt sich theoretisch die Schwelle ermitteln. In der Praxis ist aber eine Beschränkung auf wenige Stimuli pro Testort nötig, um den zeitlichen Aufwand zu minimieren und dadurch auch die Ermüdung des Patienten so gering wie möglich zu halten. Eine gute Messstrategie hilft, aus den vorhandenen Antworten möglichst genau die Schwelle abzuschätzen.

Bei der Untersuchung von Kinder ist es wichtig, die Untersuchungszeit so kurz wie möglich zu halten, da besonders bei jüngeren Patienten die Konzentration schnell

nachlässt und dann keine verwertbaren Messungen mehr möglich sind.

#### **4.4.2.1 CLIP Strategie und Schnelle Schwellen Strategie**

In dieser Studie wurde die CLIP Strategie verwendet, eine sehr schnelle Schwellenuntersuchung, bei der die Helligkeit des jeweiligen Punktes so lange erhöht wird, bis dieser erkannt wird.

Großer Vorteil der CLIP Strategie ist die Reduktion der Untersuchungszeit.

Erste Untersuchungen mit der CLIP Strategie wurden von Wabbels et al 2000<sup>36</sup> veröffentlicht. In einer kleinen Studie nahmen zehn Patienten zwischen 20 und 30 Jahren teil. Getestet wurden 27 Lokalisationen bis zu einer Exzentrizität von 30° je zehn mal mittels der 4/2 Strategie und der CLIP Strategie. Bei vergleichbaren Ergebnissen war die Zeitdauer mit unter 2 min bei CLIP deutlich geringer als bei 4/2 mit ca. 4 min.

Ein solch deutlicher Unterschied ist in dieser Studie nicht nachweisbar. Allerdings wurde anstelle der 4/2 Strategie die Schnelle Schwellen Strategie benützt, welche die Untersuchungszeit ebenso verkürzt, da hier die Resultate der Nachbarpunkte zur Schwellenwertermittlung berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu der früher oder in anderen Studien (Flammer, 1993; Spahr, 1975, Bebie et al, 1976)<sup>3,10,11</sup> verwendeten adaptiven Schwellenstrategie (4/2 Eingabelungstechnik) werden hier nicht alle Punkte isoliert betrachtet, sondern das Gesichtsfeld als ganzes. Somit tritt hier das Problem des überlangen unterschwelligen Darbietens nicht auf, da sich der Schwellenwert als Mittelwert der jeweils dargestellten minimalen und maximalen Helligkeit errechnet.

In dieser Studie war die mittlere Dauer der Untersuchung mit der CLIP Strategie 3 min und 40 sec (SD  $\pm$  54 sec). Die untersuchten Kinder benötigen somit deutlich länger als die von Wabbels und Kolling getesteten Erwachsenen (Dauer weniger als 2 Minuten) (siehe oben). Im Vergleich mit der Studie von Wabbels et al 2005<sup>15</sup>, bei der 52 Patienten am Twinfieldperimeter im Bereich des 24-2 Gebiets untersucht wurden, war die Untersuchungsdauer der Kinder ähnlich der von Patienten mit Glaukom. Es wurden 55 Punkte getestet. Die mittlere Untersuchungszeit mit der CLIP Strategie lag bei 5,6 min (SD  $\pm$  0,78min). Da in dieser Studie mit 55 Punkten etwa doppelt so viele Prüfpunkte untersucht wurden, kommt man bei einer theoretischen Halbierung der Untersuchungszeit etwa in den Bereich der Zeitdauer von dieser Studie.

#### 4.4.2.2 Andere neue Strategien

Auch andere Studien testen neue, schnelle Verfahren im Vergleich zur Schwellentechnik, um somit die Zeitdauer zu reduzieren.

Scherrer et al 2007<sup>71</sup> führten eine Studie mit 89 Personen zwischen 20 und 87 Jahren (mittleres Alter 63,4 Jahre) durch. Die Diagnosen der Patienten waren Sehnervenexkavation und okuläre Hypertonie. Die Gesichtsfelduntersuchungen erfolgten mit der tendency-oriented Perimetry (TOP) und der dynamischen Strategie. In der Folge wurden die Gesichtsfelder von drei Personen beurteilt und in die Kategorien normal, grenzwertig oder abnormal eingeteilt. Bei der Untersuchungsdauer ergab sich mit der TOP Strategie (Mittelwert 3,24 min, Spanne 2,23-6,11 min) eine deutliche Zeitersparnis gegenüber der dynamischen Strategie (Mittelwert 12,19 min, Spanne 5,31-23,41 min). Die Beurteilung der erhobenen Gesichtsfelder war in 97% identisch.

Akar et al 2008<sup>56</sup> testeten am Humphrey Perimeter 68 Kinder zwischen 6 und 13 Jahren. Die Kinder führten eine Gesichtsfelduntersuchung mit SITA Fast III sowie Fastpac-V und III durch. Die falsch positiven und falsch negativen Werte waren für SITA geringer, ebenso verkürzte sich die Untersuchungsdauer (SITA 4,23 min; Fastpac-V 5,46 min, Fastpac-III 6,35 min).

Wie bereits im vorherigen Abschnitt erwähnt ließ sich mit den beiden Strategien die Untersuchungszeit im Vergleich mit den meisten anderen Studien (siehe Tabelle 35) reduzieren. Die Ergebnisse waren für beide Strategien vergleichbar. Die Fehlerquote war bei der CLIP Strategie eher geringer. Analog zu den anderen veröffentlichten Studien ist mit der Zeitreduktion kein Verlust der Qualität der Untersuchung zu erwarten.

Tabelle 35: Literaturvergleich statischer Untersuchungsstrategien

Studie	Strategie	Dauer in min	Probandenzahl	Alter der Probanden	Perimeter
Scherrer (2007)	TOP	3,24	89	20-87	Octopus
	Dynamische Strategie	12,19	89	20-87	
Akar (2008)	SITA Fast III	4,23	68	6-13	Humphrey Field Analyzer II
	Fastpac III	6,35	68	6-13	
	Fastpac V	5,46	68	6-13	
Wilscher (2010)	CLIP	3,66	50	5-14	Oculus Twinfield
	Schnelle Schwelle	3,9	50	5-14	

#### 4.4.3 Untersuchungszeit

Die Testdauer war mit der CLIP Strategie kürzer als mit der Strategie Schnelle Schwelle (siehe Ergebnisse Abschnitt).

Die Ergebnisse der früheren Untersuchungen mit CLIP an Erwachsenen können folglich auch auf Kinder übertragen werden. Wabbels et al. konstatierten 2005<sup>15</sup> eine Zeitersparnis von durchschnittlich 38% bei der Untersuchung mit CLIP im Vergleich zur 4/2 Eingabelungsstrategie bei Glaukompatienten. Bereits zuvor war die CLIP Strategie an Normalpatienten getestet worden (Wabbels et al 2001)<sup>14</sup> und hatte eine Testzeitreduktion von 60% erbracht.

Tendenziell war die Testzeit bei den älteren Kindern kürzer, signifikante Unterschiede zeigten sich aber hierzu nicht. Eine Erklärung hierfür könnte eine zu geringe Probandenzahl sein. Hierdurch fielen einzelne besonders gute oder schlechte Ergebnisse sehr stark ins Gewicht. Da zum Beispiel ein 5 jähriges Kind sehr gute Werte erzielte, ließ dies bei nur zwei Kindern in der Gruppe der Fünfjährigen keine genaueren Analysen zu. Generell lässt sich sagen, dass einzelne Kinder die Tests sehr schnell durchführen konnten und so aufgrund von großen interindividuellen Unterschieden eine statistische Analyse erschwerten.

Beim Vergleich der beiden Gruppen N/S war eine deutliche Zeitverkürzung durch die CLIP Untersuchung bei den Kindern der Gruppe N auffällig. Die Kinder der Gruppe S hatten relativ identische Untersuchungszeiten bei beiden Strategien. Dies würde für eine grundsätzlich längere Untersuchungszeit bei Schielkindern sprechen.

Bei den Untersuchungen mit der Schnellen Schwellen Strategie zeigten sich allerdings keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen. Da die Kinder in der Gruppe S tendenziell etwas jünger waren, könnte hypothetisch davon ausgegangen werden, dass die CLIP Methode bei steigendem Alter schneller wird als die Untersuchung mit der Schnellen Schwellen Strategie.

Polati et al. zeigten analog hierzu 2007<sup>72</sup> in ihrer Studie der nasalen und temporalen Gesichtsfeldhälftenvergleiche eine signifikant längere Testdauer in der Schielgruppe. 66 Patienten zwischen 6 und 30 Jahren wurden am Humphrey Field Analyser mit dem SITA Standard Programm untersucht. Die gesunde Gruppe konnte die Untersuchungen durchschnittlich 12,5% schneller durchführen als jene der Schielgruppe.

#### **4.4.4 Ergebnisse der statischen Untersuchung**

In der Zusammenschau aller Ergebnisse waren die Werte der CLIP Untersuchung leicht überlegen.

MS (mittlere Empfindlichkeit), LV (mittlerer Empfindlichkeitsverlust) MS (Verlustvarianz):

Die Werte von MS LV und MD verbesserten sich mit steigendem Alter. Während bei der statistischen Auswertung nach Lebensalter in Jahren die Ergebnisse kaum signifikante Niveaus erreichten, war dies bei der Einteilung der Kinder in drei Altersgruppen sehr deutlich. Am ehesten ist dies durch die dann höhere Anzahl von Proband in einer Gruppe zu erklären.

Die älteren Kinder waren bei beiden Strategien signifikant besser. Grund hierfür könnte die Entwicklung des Gesichtsfelds mit steigendem Alter sein oder auch die bessere Konzentrationsfähigkeit bei älteren Kindern. Möglich ist auch, dass ältere Kinder auf die dargestellten visuellen Reize besser, d.h. schneller reagieren können, da sie im Alltag mehr mit ähnlichen Dingen z.B. bei Computerspielen konfrontiert sind.

Im Vergleich beider Gruppen waren die gesunden Kinder bei der CLIP Strategie besser als die Schielgruppe, bei der Schnellen Schwellen Strategie zeigte sich ein weitgehend ausgeglichenes Bild.

Die CLIP Untersuchung brachte tendenziell bessere Ergebnisse als die SS für MD, MS und LV allerdings ohne statistische Signifikanz.

Dies spricht für eine gute Vergleichbarkeit der Ergebnisse beider Strategien.

Beim Vergleich beider Untersuchungen der gleichen Strategie zeigte sich eine leichte, aber für CLIP nicht signifikante Verbesserung der Werte (siehe oben Lerneffekt). Insgesamt sprechen die Ergebnisse für eine gute Reproduzierbarkeit.

Die CLIP Untersuchung lieferte eine kleinere Anzahl von abnormalen Feldern im Vergleich zum Test mit der Schnellen Schwellen Strategie.

Fehlerquote:

Als Hauptproblem stellten sich die Fixationsfehler dar. Bis zu einem Alter von zehn Jahren hatten die Kinder in mindestens einem Test Fixationsfehler von 25% oder mehr.

Insgesamt lieferten beide Untersuchungen vergleichbare Ergebnisse. Die Untersuchungsdauer der CLIP Strategie war deutlich kürzer. Die CLIP Strategie ist eine für Kinder durchaus empfehlenswerte Strategie.

Räumliche Verteilung:

Bei beiden Strategien CLIP und Schnelle Schwelle konnte eine Abnahme der Empfindlichkeit mit zunehmender Exzentrizität beobachtet werden. Diese geringere Empfindlichkeit zur Peripherie hin ist ein allgemein bekanntes Phänomen (Flammer 1993, Lachenmayr und Vivell 1992, Anderson 1987, Donovan et al., 1978)<sup>3,4,73,74</sup>. Als Grund hierfür wird die zunehmende Signalkonvergenz zur Peripherie hin angenommen. Mit zunehmender Exzentrizität stehen im Verhältnis zu der Anzahl der Photorezeptoren weniger Ganglienzellen zur Verfügung. In der Fovea konvergieren im Gegensatz hierzu nur sehr wenige Photorezeptoren auf eine Ganglienzelle. Die Schwellenwerte der Schnellen Schwellen Untersuchung zeigten im Vergleich mit der CLIP Strategie eine größere Abhängigkeit von der Exzentrizität.

#### **4.4.5 Vergleich mit anderen Studien Statische Untersuchung**

Zur statischen Perimetrie bei Kindern wurden bisher nur wenige Studien veröffentlicht. Liao 1973<sup>28</sup> und Lakowski 1969<sup>27</sup> zeigten die ansteigende retinale Sensitivität mit zunehmendem Lebensalter. Sie benutzten einen Static Ramp

Stimulus, Darbietungsdauer zwei Sekunden, an einem modifizierten Goldmann Perimeter.

In einer Serie von detaillierten Experimenten untersuchten Tschopp und Safran<sup>33-35</sup> automatische statische Perimetrie mit dem Octopus 2000R Perimeter bei 5 bis 8 jährigen. Die Studien kamen zu dem Ergebnis, dass bei Kindern unter 7 Jahren eine spezielle Erklärungs- und Gewöhnungsphase mit speziellem Training und Erklärungen vor den eigentlichen Test geschaltet werden sollte. Mit einer speziellen 2-Schritt Schwellen Strategie war es ihnen so möglich, Kinder ab 5 Jahren zu untersuchen. Die zusätzliche Übungseinheit mindert allerdings die Praktikabilität der Untersuchung und erschwert die Eingliederung in den klinischen Alltag. Das Alter hatte einen starken Einfluss sowohl auf die Ausdauer der untersuchten Kinder als auch auf die Zuverlässigkeit der Ergebnisse. Allerdings war der Faktor Aufmerksamkeit voraussagekräftiger als das Alter.

Morales und Brown 2001<sup>38</sup> untersuchten 50 Kinder zwischen 6 und 12 Jahren unter klinischen Bedingungen mit dem TOP 32 Programm der Firma Octopus. Die Testspezifität erhöhte sich mit dem Alter. Das Alter war der beste prädiktive Wert für MS, Reproduzierbarkeit und Genauigkeit. Ab 8 Jahren waren die meisten Kinder fähig, reproduzierbare Ergebnisse zu liefern. Bei den 6- und 7-jährigen hing der Testerfolg mehr von der Reife und der Konzentrationsfähigkeit der Kinder ab als vom Alter.

Blumenthal et al. analysierten 2004<sup>75</sup> die Zuverlässigkeit von FDT in einer Studie mit 40 gesunden Kindern zwischen 4 und 14 Jahren. Mit zunehmendem Alter nahm die Testdauer ab, MD und PSD stiegen an. Bei Kindern unter 8 Jahren waren 79% der Gesichtsfelder abnormal, bei 8-jährigen oder älteren nur 27%.

Akar<sup>56</sup> zeigte eine Altersabhängigkeit der MD und MS Werte mit signifikanter Verbesserung bei Kindern über 8 Jahren.

In den meisten vorliegenden Studien findet sich eine Verbesserung der Werte für MD und MS sowie eine Reduktion der Testgeschwindigkeit. Meist wird als bester Voraussagewert das Alter und damit das noch nicht komplett entwickelte Gesichtsfeld angegeben. Johnson 2002<sup>76</sup> spricht von einem großen Anteil des Lerneffekts.

In unserer Studie zeigte sich eine milde Altersabhängigkeit analog zur vorliegenden Literatur.

#### 4.4.6 Bedeutung der Untersuchung bei Pathologien

Im Bereich von Pathologien liegen keine systematischen prospektiven Studien bei Kindern vor. Vanhatalo et al. untersuchten 2002<sup>77</sup> den Effekt von Vigabatrin auf das Gesichtsfeld von 91 Kindern im Alter von 5-18 Jahren mit Hilfe manueller Goldmannperimetrie. In dieser Studie zeigten 19% der Patienten Gesichtsfeldeinschränkungen. Allerdings wurden die Untersuchungen von unterschiedlichen Personen durchgeführt und die getesteten Stimuli und die Testgeschwindigkeit waren nicht standardisiert. So wurde abhängig vom Untersucher nur ein einziger Stimulus V<sub>4</sub>, IV<sub>4</sub>, III<sub>4</sub>, II<sub>4</sub> oder I<sub>4</sub> pro Patient getestet. Ob die Kinder aufgrund ihrer Begleiterkrankungen fähig waren ausreichend bei der Untersuchung zu kooperieren wird leider nicht dargestellt.

Bowering et al.(1997)<sup>78</sup> untersuchten 44 Kinder, welche wegen einseitiger Katarakt behandelt worden waren, mit manueller Goldmann Perimetrie. Im Vergleich mit Altersnormen oder dem gesunden kontralateralen Auge zeigten alle Kinder ein eingeschränktes Gesichtsfeld. Die Einschränkungen des Gesichtsfeldes waren vor allem temporal sichtbar. Je länger die Dauer der Glaukomerkrankung vor der Therapie, desto stärker waren die Einschränkungen.

Nach Kryotherapie bei ROP Stadium 3 zeigte sich eine periphere Gesichtsfeldeinengung bei 10 Kindern im Alter von 10 bis 14 Jahren, die mit dem Humphrey 120 full field screening test untersucht wurden (Kremer et al. 1995)<sup>79</sup>. Ähnliche Ergebnisse lieferten die Untersuchungen von Larsson et al. 2004<sup>80</sup> bei frühgeborenen Kindern mit ROP .

Die von Marraffa et al. 1995<sup>81</sup> untersuchte high pass resolution perimetry (HRP) wurde bei Kindern (6 bis 11 Jahre) mit Glaukomerkrankung mit gutem Erfolg benutzt. In der Studie verglichen sie die hoch auflösende Perimetrie (Ring Test) mit dem 24-2 Humphrey Programm. Der HPR Test zeigte bei kürzerer Untersuchungsdauer bessere Ergebnisse und die Autoren hielten die HPR Methode für Kinder besser geeignet.

Im Gegensatz hierzu fand Martin bei ihren Untersuchungen mit FDT an 13 Kindern mit kongenitalem Glaukom lediglich eine Sensitivität von 60% und eine Spezifität von 35% (presented in Barcelona 2004 Martin L).

Eine retrospektive Analyse der SITA Gesichtsfelder bei 5-bis 18 jährigen Kindern mit verschiedenen ophthalmologischen Erkrankungen zeigte eine Verminderung der Testdauer um 50% bei SITA im Vergleich zur Schwellen Strategie bei ähnlichem

Patientengut. Foveale Schwelle, MD und Standardabweichung (PSD) zeigten keine Abweichungen (Donahue and Porter 2001)<sup>37</sup>.

Mit schielenden Kindern beschäftigen sich Polati et al. 2007<sup>72</sup> in ihrer Studie des Vergleichs des nasalen und temporalen Gesichtsfelds. Es wurden 66 Patienten untersucht, 33 mit frühkindlichem Schielen und 33 Patienten ohne Strabismus als Vergleich. Das Alter bewegte sich zwischen 7 und 30 Jahren. Benutzt wurde das Humphrey Perimeter mit den SITA Programmen 30-2 und 60-4. Sie erkannten eine klare Reduktion von MS im nasalen Gesichtsfeld im Vergleich zum temporalen Teil. Derartige Phänomene waren in der nicht schielenden Kontrollgruppe nicht nachzuweisen.

In der vorliegenden Studie war automatische statische und kinetische Perimetrie bei gesunden und Kindern mit Strabismus zwischen 5 und 14 Jahren im Rahmen einer klinisch praktikablen Untersuchung mit einem handelsüblichen Twinfield Perimeter möglich. MS stieg und MD sowie LV fielen in Abhängigkeit vom Alter. CLIP zeigte weniger abnormale Stellen im Gesichtsfeld als die Schnelle Schwellen Untersuchung. Eine nasale oder temporale Bevorzugung zeigte sich nicht.

#### **4.4.7 Bewertungen**

##### **4.4.7.1 Bewertungen durch die Patienten**

Die automatische Goldmann Untersuchung wurde von den Kindern als relativ leicht (Median 2) und wenig anstrengend (Median 2) eingestuft.

Die statischen Untersuchungen empfanden die Kinder als schwieriger im Vergleich zur Kinetik. Deutlich war, dass die CLIP Untersuchung als einfacher und weniger anstrengend bewertet wurde. Die meistgenannte Begründung war die längere Stimulusdarstellung. Insgesamt wurde deutlich, dass selbst Kinder, die mit der Untersuchung sichtlich Schwierigkeiten hatten, keine schlechten Bewertungen vergaben.

##### **4.4.7.2 Bewertung durch die Untersucherin**

Die Aufmerksamkeit der Kinder war sehr gut. Ältere Kinder bekamen erwartungsgemäß bessere Bewertungen. Auch die zentrale Fixation der Kinder wurde gut bewertet. Generell widerspricht die gute Bewertung der teilweise

schlechten Fixationskontrolle. Als Grund hierfür könnte eine zu gute Bewertung durch die Untersucherin in Frage kommen.

## **5. Zusammenfassung**

Gesichtsfelduntersuchungen bei Kindern unterliegen speziellen Anforderungen und Schwierigkeiten. In den letzten Jahren wurden viele Studien mit neuen Strategien zur Untersuchung bei Erwachsenen durchgeführt, um die Dauer der Untersuchung zu verkürzen. Die Untersuchung bei Kindern ist im Vergleich mit der von Erwachsenen jedoch ungleich schwieriger, veröffentlichte Ergebnisse von Untersuchungen mit Kindern finden sich relativ selten.

Ziel dieser Studie war die Überprüfung der Durchführbarkeit der Gesichtsfeldtestung bei Kindern im klinischen Alltag. Hierbei wurde besonders auf eine kindgerechte Atmosphäre und spielerische Untersuchungsweise geachtet. Benutzt wurde ein handelsübliches Twinfield Perimeter (Halbkugelperimeter der Firma Oculus, Wetzlar). Dieses Gerät ermöglicht sowohl kinetische (manuell und automatisch) als auch statische Gesichtsfelduntersuchungen.

Es wurden 50 Kinder zwischen 5 und 14 Jahren an der kinderophthalmologischen Abteilung des Universitätsklinikums Regensburg untersucht. Einundzwanzig Kinder waren gesund, 29 hatten einen Strabismus (27 weiblich, 23 männlich, durchschnittliches Alter 9,4 Jahre). Begonnen wurde die Untersuchung, nachdem die Teilnehmer mit dem Gerät vertraut gemacht wurden, mit einer automatischen kinetischen Untersuchung. Analog zur klassischen Goldmannuntersuchung wurde auf zwölf Meridianen (in jeweils 30° Abstand) mit vier sich in Helligkeit und Punktgröße unterscheidenden Marken (III<sub>4</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>1</sub>) mit der Prüfgeschwindigkeit 2°/sec entsprechend dem Goldmann Standard getestet.

Darauf folgend wurden die statischen Untersuchungen mit dem Raster „Quick Screening“ mit 27 Prüfpunkten im 30° Gebiet durchgeführt. Neben der Schnellen Schwellen Strategie, die Resultate an Nachbarpunkten in die Schwellenwertbestimmung einbezieht, wurde mit der CLIP („continuous light increment perimetrie“) gearbeitet. Bei dieser Strategie wird die Leuchtdichte des zu prüfenden Punktes kontinuierlich bis zum Erkennen erhöht. Hierbei sollten jeweils zwei Untersuchungen mit jeder der beiden ausgewählten Strategien durchgeführt werden

Als Abschluss erfolgte eine verkürzte kinetische Untersuchung. Die Kinder wurden nach der Untersuchung gebeten, diese im Bezug auf Schwierigkeit und Anstrengung zu bewerten. Die Untersucherin beurteilte die zentrale Fixation der Kinder anhand

einer Kontrollkamera auf dem Bildschirm. Sie gab Bewertungen über Mitarbeit und Fixation ab.

Zweiundzwanzig der 50 Kinder konnten die Untersuchung vollständig beenden, während 24 zumindest eine kinetische Untersuchung und je eine Untersuchung mit beiden statischen Strategien absolvierten. Die CLIP Untersuchung konnte eine Zeitreduktion im Vergleich zur Schnellen Schwelle (SS) von 7% in der ersten (mittlere Untersuchungsdauer: 220 sec CLIP, 237 sec SS) und 14 % (201 sec CLIP, 235 mit SS) in der zweiten Untersuchung erzielen.

Die Werte für die mittlere Empfindlichkeit, den mittleren Verlust und den Varianzverlust zeigten eine signifikante Altersabhängigkeit. Diese Werte verbesserten sich signifikant bei der Wiederholung des Tests. Die als auffällig gewerteten Punkte (1% Abweichung oder schlechter) zeigten ebenfalls ein signifikantes Absinken mit steigendem Alter und eine Verringerung bei Wiederholung des Tests. Bei der (im Mittel etwas jüngeren) Gruppe S zeigten sich eine längere Untersuchungsdauer und eine höhere Fehlerquote. Die Fähigkeit der Untersuchungsteilnahmen und auch die Ergebnisse wurden nicht nur vom Alter des Probanden beeinflusst, sondern umso mehr von der Konzentration und der Motivation des Kindes.

Die automatische kinetische Untersuchung dauerte im Mittel 3,5 min pro Auge. Trotz der geringeren Testgeschwindigkeit ließ sich die Testdauer im Vergleich mit Studienergebnissen zur manuellen Untersuchungsmethode verkürzen.

Im Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren mit manueller Perimetrie fanden wir ähnliche Ergebnisse im Hinblick auf die Ausdehnung der Isopteren. Eingeschränkt war die Vergleichbarkeit nur bei den sehr peripher erkannten Punkten. Zur Zeit der Studiendurchführung war die Testung erst ab 70° möglich, dies wurde zwischenzeitlich in den jetzt verfügbaren Versionen verbessert.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Kinder ab 5 Jahren bei entsprechender Motivation in der Lage sind, eine perimetrische Untersuchung durchzuführen. Die kinetische Untersuchung zeigte auch bei jungen Kindern ab fünf Jahren gute Ergebnisse, während bei der statischen Untersuchung diese ab einem Alter von ca. acht Jahren zuverlässig waren. Besonders die jüngeren Kinder kamen mit der CLIP Strategie besser zurecht.

Eine Aussage über die Untersuchung von nicht schielenden Patienten mit Gesichtsfelddefekten lässt sich aus dieser Studie nicht treffen, hierzu sind weitere Untersuchungen notwendig.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Gloor B, Stürmer J. Perimetrie mit besonderer Berücksichtigung der automatischen Perimetrie. Enke, Stuttgart (1993).
2. Francois J, Verriest G. Die ophthalmologischen Untersuchungsmethoden. Straub W (ed.) (Enke, Stuttgart, 1976).
3. Flammer J. Automatische Perimetrie. In: Gloor B (ed.) *Perimetrie mit besonderer Berücksichtigung der automatischen Perimetrie. Enke Stuttgart. Kap. 3*, 34-59 (1993).
4. Lachenmayr B.J, Vivell P.M.O. Grundlagen der Perimetrie. In: Lachenmayer, Vivell (eds.) *Perimetrie. Georg Thieme, Stuttgart. Kap. 1*, 1-57 (1992).
5. Grüsser OJ, Grüsser-Cornehls U. Physiologie des Menschen. Schmidt RF, Thews G. (ed.) (Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995).
6. Lachenmayr B. [Perimetry yesterday and today]. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd* **193**, 80-92 (1988).
7. von Graefe A. Über die Untersuchung des Gesichtsfeldes bei amblyopischen Affektionen. *Graefes Archiv* **2**, 258-298 (1856).
8. Aulhorn E, Harms H. Visual perimetry. In: Jameson D, Hurvich LM (eds.) *Handbook of sensory physiology, Vol VII/4, Visual Psychophysics. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.* (1972).
9. Fankhauser F, Spahr J, Bebie H. Some aspects of the automation of perimetry. *Surv. Ophthalmol.* **22**, 131-141 (1977).
10. Spahr J. Optimization of the presentation pattern in automated static perimetry. *Vision Res.* **15**, 1275-1281 (1975).
11. Bebie H, Fankhauser F, & Spahr J. Static perimetry: strategies. *Acta Ophthalmol. (Copenh)* **54**, 325-338 (1976).
12. Johnson C.A., Chauhan B.C. & Shapiro L.R. Properties of staircase procedures for estimating thresholds in automated perimetry. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* **33**, 2966-2974 (1992).
13. Wabbels B. & Kolling G. Automatische kinetische Perimetrie mit unterschiedlichen Prüfungsgeschwindigkeiten. *Ophthalmologe* **98**, 168-173 (2001).
14. Wabbels B., Burk R. & Kolling G. Perimetry Update 2000/2001, The Hague: Kugler, 2001. In: Wall M, M.e. (ed.), pp. 177-186 (2001).
15. Wabbels B.K., Diehm S. & Kolling G. Continuous light increment perimetry compared to full threshold strategy in glaucoma. *Eur. J. Ophthalmol.* **15**, 722-729 (2005).
16. Wabbels B.K. & Wilscher S. Feasibility and outcome of automated static perimetry in children using continuous light increment perimetry (CLIP) and fast threshold strategy. *Acta Ophthalmol. Scand.* **83**, 664-669 (2005).
17. Weber J. [A new strategy for automated static perimetry]. *Fortschr. Ophthalmol.* **87**, 37-40 (1990).
18. Flanagan J.G. et al. Evaluation of FASTPAC: a new strategy for threshold estimation with the Humphrey Field Analyser. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **231**, 465-469 (1993).

19. Bengtsson,B., Olsson,J., Heijl,A. & Rootzen,H. A new generation of algorithms for computerized threshold perimetry, SITA. *Acta Ophthalmol. Scand.* **75**, 368-375 (1997).
20. Gonzales de la Rosa MG, Martinez A, Sanchez M,Mesa C,Cordovers L,Losada MJ. Accuracy of the tendency oriented perimetrie (TOP) in the Octopus 1-2-3 perimetry. *In Wall M (ed. ) Perimetrie update 1996/1997, Amsterdam: Kugler and Ghedini* (1998).
21. Nowomiejska,K.; Vonthein,R.; Paetzold,J.; Zagorski,Z.; Kardon,R.; Schiefer,U.. Comparison between semiautomated kinetic perimetry and conventional Goldmann manual kinetic perimetry in advanced visual field loss. *Ophthalmology* **112**, 1343-1354 (2005).
22. Nevalainen,J; Paetzold,J.; Krapp,E.; Vonthein,R.; Johnson,C.A.; Schiefer,U.. The use of semi-automated kinetic perimetry (SKP) to monitor advanced glaucomatous visual field loss. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **246**, 1331-1339 (2008).
23. Peter,L.C. Exhibition of New Apparatus: A Tangent Screen with Mirror Fixation to be used on the Ferree-Rand Perimeter. *Trans. Am. Ophthalmol. Soc.* **27**, 276 (1929).
24. Goldmann H. Ein selbstregistrierendes Projektionskugelperimeter. *Ophthalmologica* **109** , 71-79 (1945).
25. Mann,I. & Sharpley,F.W. The normal visual (rod) field of the dark-adapted eye. *J. Physiol* **106**, 301-304 (1947).
26. Verriest,G. & Israel,A. [Application of Goldmann's static perimeter to the topographical relief of different luminance thresholds for small colored objects projected on a white background. I. Principles, calibration of the apparatus and comparative study of groups of normal subjects of different ages]. *Vision Res.* **5**, 151-174 (1965).
27. Lakowski,R. & Aspinall,P.A. Static perimetry in young children. *Vision Res.* **9**, 305-311 (1969).
28. Liao,F. [Kinetic and static perimetries in young children (author's transl)]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* **77**, 1270-1277 (1973).
29. Cummings,M.F., Hof-van Duin,J., Mayer,D.L., Hansen,R.M. & Fulton,A.B. Visual fields of young children. *Behav. Brain Res.* **29**, 7-16 (1988).
30. Quinn,G.E., Fea,A.M. & Minguini,N. Visual fields in 4- to 10-year-old children using Goldmann and double-arc perimeters. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus* **28**, 314-319 (1991).
31. Wilson,M., Quinn,G., Dobson,V. & Breton,M. Normative values for visual fields in 4- to 12-year-old children using kinetic perimetry. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus* **28**, 151-153 (1991).
32. Safran,A.B; Laffi,G.L.; Bullinger,A.; Viviani,P.; de Weisse,C.; Desangles,D.; Tschopp,C.; Mermoud,C.. Feasibility of automated visual field examination in children between 5 and 8 years of age. *Br. J. Ophthalmol.* **80**, 515-518 (1996).
33. Tschopp,C.; Safran,A.B.; Viviani,P.; Bullinger,A.; Reicherts,M.; Mermoud,C.. Automated visual field examination in children aged 5-8 years. Part I: Experimental validation of a testing procedure. *Vision Res.* **38**, 2203-2210 (1998).
34. Tschopp,C.; Safran,A.B.; Viviani,P.; Reicherts,M.; Bullinger,A.; Mermoud,C.. Automated visual field examination in children aged 5-8 years. Part II: Normative values. *Vision Res.* **38**, 2211-2218 (1998).
35. Tschopp,C.; Viviani,P.; Reicherts,M.; Bullinger,A.; Rudaz,N.; Mermoud,C.; Safran,A.B.. Does visual sensitivity improve between 5 and 8 years? A study of automated visual field examination. *Vision Res.* **39**, 1107-1119 (1999).

36. Wabbels,B. & Kolling G. Continuous light increment perimetry (CLIP-Strategy) as a new method measuring thresholds in automated static perimetry. *Ophthalmologie Suppl* **1**, (2000).
37. Donahue,S.P. & Porter,A. SITA visual field testing in children. *J. AAPOS*. **5**, 114-117 (2001).
38. Morales,J. & Brown,S.M. The feasibility of short automated static perimetry in children. *Ophthalmology* **108**, 157-162 (2001).
39. Myers,V.S., Gidlewski,N., Quinn,G.E., Miller,D. & Dobson,V. Distance and near visual acuity, contrast sensitivity, and visual fields of 10-year-old children. *Arch. Ophthalmol.* **117**, 94-99 (1999).
40. Tomonaga,M. [The quantitative visual field of children (author's transl)]. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi* **78**, 482-491 (1974).
41. Martin,D.D., Vonthein,R., Wilhelm,H. & Schiefer,U. Pupil size and Perimetry--a pharmacological model using increment and decrement stimuli. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **243**, 1091-1097 (2005).
42. Aulhorn E, Harms.H. Early visual field defects in glaucoma. In: *Leydhecker W (ed. ). Glaucoma Symposium Tutzing Castle 1966. Kargers, Basel, New York* 151 (1967).
43. Flammer,J., Drance,S.M., Fankhauser,F. & Augustiny,L. Differential light threshold in automated static perimetry. Factors influencing short-term fluctuation. *Arch. Ophthalmol.* **102**, 876-879 (1984).
44. Heijl,A., Lindgren,G. & Olsson,J. Normal variability of static perimetric threshold values across the central visual field. *Arch. Ophthalmol.* **105**, 1544-1549 (1987).
45. Wild,J.M., Pacey,I.E., Hancock,S.A. & Cunliffe,I.A. Between-algorithm, between-individual differences in normal perimetric sensitivity: full threshold, FASTPAC, and SITA. Swedish Interactive Threshold algorithm. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* **40**, 1152-1161 (1999).
46. Wilensky,J.T. & Joondeph,B.C. Variation in visual field measurements with an automated perimeter. *Am. J. Ophthalmol.* **97**, 328-331 (1984).
47. Marra,G. & Flammer,J. The learning and fatigue effect in automated perimetry. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **229**, 501-504 (1991).
48. Heijl,A., Lindgren,G. & Olsson,J. The effect of perimetric experience in normal subjects. *Arch. Ophthalmol.* **107**, 81-86 (1989).
49. Searle,A.E., Wild,J.M., Shaw,D.E. & O'Neill,E.C. Time-related variation in normal automated static perimetry. *Ophthalmology* **98**, 701-707 (1991).
50. Wood,J.M., Wild,J.M., Hussey,M.K. & Crews,S.J. Serial examination of the normal visual field using Octopus automated projection perimetry. Evidence for a learning effect. *Acta Ophthalmol. (Copenh)* **65**, 326-333 (1987).
51. Brenton,R.S., Phelps,C.D., Rojas,P. & Woolson,R.F. Interocular differences of the visual field in normal subjects. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* **27**, 799-805 (1986).
52. Katz,J. & Sommer,A. Asymmetry and variation in the normal hill of vision. *Arch. Ophthalmol.* **104**, 65-68 (1986).
53. Wall,M. Punke,S.G.; Stickney,T.L.; Brito,C.F.; Withrow,K.R.; Kardon,R.H. SITA standard in optic neuropathies and hemianopias: a comparison with full threshold testing. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* **42**, 528-537 (2001).

54. Flanagan,J.G., Wild,J.M. & Trope,G.E. Evaluation of FASTPAC, a new strategy for threshold estimation with the Humphrey Field Analyzer, in a glaucomatous population. *Ophthalmology* **100**, 949-954 (1993).
55. Schaumberger,M., Schafer,B. & Lachenmayr,B.J. Glaucomatous visual fields. FASTPAC versus full threshold strategy of the Humphrey Field Analyzer. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* **36**, 1390-1397 (1995).
56. Akar,Y., Yilmaz,A. & Yucel,I. Assessment of an effective visual field testing strategy for a normal pediatric population. *Ophthalmologica* **222**, 329-333 (2008).
57. Wabbels,B. & Kolling,G. Automatische kinetische Perimetrie mit dem Twinfield-Perimeter. *Z. Prak Augenheilkd* **20**, 401-406 (1999).
58. Fankhauser,F. [Kinetic perimetry]. *Ophthalmologica* **158**, 406-418 (1969).
59. Johnson,C.A. & Keltner,J.L. Optimal rates of movement for kinetic perimetry. *Arch. Ophthalmol.* **105**, 73-75 (1987).
60. Parrish,R.K., Schiffman,J. & Anderson,D.R. Static and kinetic visual field testing. Reproducibility in normal volunteers. *Arch. Ophthalmol.* **102**, 1497-1502 (1984).
61. Johnson,C.A. & Keltner J.L.,J.M.P. New test procedures for the Squid automated perimeter. *Doc. Ophthalmol. Proc Ser (sixth International Visual Field Symposium)* **42**, 91-94 (1985).
62. Quah,S.A. & Kaye,S.B. Binocular visual field changes after surgery in esotropic amblyopia. *Invest Ophthalmol. Vis. Sci.* **45**, 1817-1822 (2004).
63. Nuzzi,G., Riggio,L. & Rossi,S. Visual reaction times in strabismic amblyopia: a case-control study. *Acta Biomed.* **78**, 182-189 (2007).
64. Mahendrastari,R. & Verriest,G. Monocular and binocular visual fields in different types of strabismus. *Bull. Soc. Belge Ophtalmol.* **213**, 77-81 (1986).
65. Fankhauser,F. & Kwasniewska,S. Cortical mechanisms of normal and abnormal processing in the visual system, Part I. Spatial vision, amblyopia, hyperacuity, modal assumptions: a review. *Technol. Health Care* **17**, 77-97 (2009).
66. Yagasaki,T., Oya,Y., Maeda,M. & Tsukui,M. Modified method for assessment of the binocular fusional field in patients with suppression. *Jpn. J. Ophthalmol.* **53**, 138-144 (2009).
67. Nuzzi,G., Riggio,L. & Rossi,S. Visual reaction times in strabismic amblyopia: a case-control study. *Acta Biomed.* **78**, 182-189 (2007).
68. Aulhorn,E. & Durst,W. [Screen perimetry in ophthalmologic practice]. *Fortschr. Ophthalmol.* **79**, 350-353 (1982).
69. Aulhorn,E. [Pathophysiology of glaucomatous visual field defects]. *Fortschr. Ophthalmol.* **85**, 601-606 (1988).
70. Weber,J. Quantification of congruence between the right and left visual fields. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* **231**, 704-710 (1993).
71. Scherrer,M., Fleischhauer,J.C., Helbig,H., Johann Auf der,H.K. & Sutter,F.K. Comparison of tendency-oriented perimetry and dynamic strategy in octopus perimetry as a screening tool in a clinical setting: a prospective study. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd* **224**, 252-254 (2007).
72. Polati,M., Malta,R.F. & Alves,C.A. Comparison of the temporal hemifield and nasal hemifield sensitivity in patients with early-onset convergent strabismus. *Strabismus* **15**, 181-191 (2007).

73. Anderson D.R. Principle of visual field testing. In: Klein EA (ed. ) *Perimetry with and without automation. The C. V. Mosby Company, St. Louis, Washington, Toronto*. **Kap. 1**, 3-26 (1987).
74. Donovan,H.C., Weale,R.A. & Wheeler,C. The perimeter as a monitor of glaucomatous changes. *Br. J. Ophthalmol.* **62**, 705-708 (1978).
75. Blumenthal,E.Z., Haddad,A., Horani,A. & Anteby,I. The reliability of frequency-doubling perimetry in young children. *Ophthalmology* **111**, 435-439 (2004).
76. Johnson,C.A. Recent developments in automated perimetry in glaucoma diagnosis and management. *Curr. Opin. Ophthalmol.* **13**, 77-84 (2002).
77. Vanhatalo,S; Nousiainen,I.; Eriksson,K.; Rantala,H.; Vainionpaa,L.; Mustonen,K.; Aarimaa,T.; Alen,R.; Aine,M.R.; Byring,R.; Hirvasniemi,A.; Nuutila,A.; Walden,T.; Ritanen-Mohammed,U.M.; Karttunen-Lewandowski,P.; Pohjola,L.M.; Kaksonen,S.; Jurvelin,P.; Granstrom,M.L.. Visual field constriction in 91 Finnish children treated with vigabatrin. *Epilepsia* **43**, 748-756 (2002).
78. Bowering,E.R., Maurer,D., Lewis,T.L. & Brent,H.P. Constriction of the visual field of children after early visual deprivation. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus* **34**, 347-356 (1997).
79. Kremer,I., Nissenkorn,I., Lusky,M. & Yassur,Y. Late visual field changes following cryotherapy for retinopathy of prematurity stage 3. *Br. J. Ophthalmol.* **79**, 267-269 (1995).
80. Larsson,E., Martin,L. & Holmstrom,G. Peripheral and central visual fields in 11-year-old children who had been born prematurely and at term. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus* **41**, 39-45 (2004).
81. Marraffa,M.; Pucci,V.; Marchini,G.; Morselli,S.; Bellucci,R.; Bonomi,L. *et al.* HPR perimetry and Humphrey perimetry in glaucomatous children. *Doc. Ophthalmol.* **89**, 383-386 (1995).

## **7. Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt meiner Doktormutter, Frau Prof. Dr. med. Dr. habil. B. Lorenz, ehemalige Leiterin der Abteilung für Pädiatrische Ophthalmologie, Strabismologie und Ophthalmogenetik am Klinikum der Universität Regensburg. (jetzt Direktorin der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde des Universitätsklinikums Giessen), für die ausgezeichnete Betreuung dieser Arbeit. Sie gab mir die Möglichkeit, die hier vorgelegten Untersuchungen durchzuführen. In jeder Phase der Studie nahm sie sich stets Zeit für Diskussionen und gab mir wertvolle Hinweise und Anregungen. Dabei war sie bereit, mir auch über das rein Fachliche hinaus mit Rat und Tat zur Seite zu stehen.

Ebenso möchte ich mich herzlich bei Frau Priv.- Doz. Dr. med. B. Wabbels für die gute Betreuung bedanken. Sie war stets bereit, Ergebnisse und Probleme zeitnah mit mir zu diskutieren, um gemeinsam Lösungen zu erarbeiten. Mit ihrem großem Engagement und kompetenten Rat gelang es ihr immer wieder, mich zu motivieren und zu neuen Ideen anzuregen. Sie nahm sich immer Zeit für mich und bemühte sich, dem gelegentlich einsetzenden Motivationsabfall nach Kräften entgegenzuwirken. Dies galt auch ohne Einschränkungen nach ihrem Ausscheiden aus dem Klinikum Regensburg.

Daneben gilt mein besonderer Dank allen Mitarbeitern der Augenklinik für ihre Hilfsbereitschaft und Unterstützung bei der Durchführung der Studie und der Suche nach Studienteilnehmern. Hier seien besonders die (ehemaligen) Mitarbeiterinnen der Orthoptik Evi Unseld (jetzt Keller), Simone Kleinsorge (jetzt Kaulfuß) und Sabine Hörner (jetzt Dauer) hervorgehoben. Insbesondere möchte ich mich bei Dr. Markus Preising für seine Hilfe bei Problemen jeder Art bedanken.

Bei der Firma Oculus, welche die Entwicklung der CLIP Strategie förderten und das Testperimeter zur Verfügung stellte, möchte ich mich bedanken. Besonders Herr Ache war stets bereit, meine Fragen zu beantworten.

Nicht zuletzt gilt mein Dank den Menschen, die mich während der Durchführung der Arbeit unterstützt haben. Besonders meine Eltern wurden nie müde, mich anzuspornen, die Arbeit zu Ende zu führen. Bei allen Patienten, die sich zur Verfügung gestellt hatten, möchte ich mich recht herzlich bedanken, nur durch ihre Unterstützung wurde die Arbeit möglich gemacht.

Im Besonderen möchte ich mich bei Christina Geroldinger bedanken, die sich als erste bereit erklärte, an der Studie teilzunehmen.

## **8. Lebenslauf**

### **Persönliche Daten**

Stephanie Wilscher

geboren am 3. Mai 1980 in Rosenheim

deutsche Staatsangehörigkeit

ledig, keine Kinder

Theodor-Dombart-Str. 2  
80805 München

Telefon.: 089-66652904

Mobil: 0179-2075404

e-Mail: stephanie.wilscher@gmx.de

### **Schulbildung**

1986 - 1999

Grundschule und Gymnasium in  
München

### **Studium**

Okt. 1999 – Sept.  
2000

Studium der Rechtswissenschaft an der  
Universität Regensburg

Okt. 2000 bis  
Okt. 2006  
Okt. 2006

Medizinstudium an der Universität  
Regensburg  
Abschluss des Medizinstudiums mit  
dem 3. Staatsexamen  
Approbation als Ärztin

### **Ärztliche Tätigkeit**

Jun. 2007- Dez.  
2007

Assistenzärztin Klinik für  
Handchirurgie,  
Rhön Klinikum Bad Neustadt/Saale

Seit Jan. 2008

Assistenzärztin Abteilung für  
Unfallchirurgie, Kreiskrankenhaus  
Erding

### **Zusatzqualifikationen**

Jul. 2009

Fachkunde Rettungsdienst

### **Hobbys**

Skifahren, Reiten, Klavierspielen