

UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF

Abteilung für Pleoptik und Orthoptik

der Universitäts-Augenklinik Hamburg-Eppendorf

Direktor: Prof. Dr. med. G. Richard

Screening auf Amblyopie und Augenerkrankungen im Vorschul- und Schulalter in Ecuador unter besonderer Berücksichtigung der Refraktion und Einsatz von zwei unterschiedlichen Refraktometern

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:

Santa Heede

aus Jelgava / Lettland

Hamburg 2010

Angenommen von der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am 22.12.2010

Veröffentlicht mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. Elisabeth Schulz

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. W. Haase

Prüfungsausschuss, dritte/r Gutachter/in: PD Dr. U. Schaudig

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	ALFA-Programm und das Netzwerk „DESAMI“	6
1.1.1	Projekt in Ecuador „Ver para aprender“	6
1.1.2	Ecuador	6
1.1.2.1	Quito und Ibarra	7
1.2	Stand der Screeningprogramme in der Welt	7
1.2.1	Screening, Definitionen und Begriffe	7
1.2.2	Ophthalmologische Screeningprogramme in der Welt	8
1.3	Fragestellung und Zielsetzung	13
2	Probanden und Methoden	13
2.1	Probanden	13
2.1.1	Vorbereitungsphase für die Auswahl der Orte und Probanden	13
2.1.2	Einschlusskriterien für die Aufnahme in die Studie	13
2.1.3	Aus der Datenanalyse ausgeschlossene Kinder	14
2.1.4	Darstellung der ausgewählten Probanden-Gruppen	14
2.1.4.1	Probanden in Quito	14
2.1.4.2	Probanden in Ibarra	15
2.1.4.3	Probanden der „Zykloplegie-Gruppe“	16
2.2	Methoden	16
2.2.1	Allgemeine Methoden	16
2.2.1.1	Sehtest mit dem HTVO-Test nach Sheridan-Gardiner	16
2.2.1.2	Lang-Test	17
2.2.1.3	Kopfwangshaltung, Hirschberg-Test, Vorderabschnitts- und Fundusprüfung	18
2.2.1.4	Motilitätsprüfung und Covert-Test	19
2.2.2	Spezielle Methoden	19
2.2.2.1	Einschlusskriterien für die Zykloplegie	19
2.2.2.2	Autorefraktometer Typ Canon R 50	20
2.2.2.3	Vidorefraktometer	20
2.2.3	Untersuchungsablauf	22
2.2.4	Schwierigkeiten bei den Untersuchungen in Ecuador	23
3	Ergebnisse	24
3.1	Visus	24
3.1.1	Visus ohne Korrektur in Quito	24
3.1.2	Visus ohne Korrektur in Ibarra	25
3.1.3	Fazit	26
3.2	Brillenversorgung	27
3.2.1	Brillenträger in Quito	27
3.2.2	Brillenträger in Ibarra	29
3.2.3	Fazit	31
3.3	Langtest II	32
3.3.1	Langtest II in Quito	32
3.3.2	Langtest II in Ibarra	33
3.3.3	Fazit	35
3.4	Pathologische Augenbefunde außer Brechungsfehlern	35

3.4.1	Pathologische Augenbefunde in Quito	35
3.4.1.1	Kopfzwangshaltung	35
3.4.1.2	Motilität	35
3.4.1.3	Hirschberg-Test und Covert-Test	36
3.4.1.4	Diagnosen außer Brechungsfehlern	36
3.4.2	Pathologische Augenbefunde in Ibarra	38
3.4.2.1	Kopfzwangshaltung	38
3.4.2.2	Motilität, Hirschberg-Test und Cover-Test	39
3.4.2.3	Diagnosen außer Brechungsfehlern	39
3.4.3	Fazit	40
3.5	Refraktion ohne Zyktoplegie	41
3.5.1	Refraktion in Quito	42
3.5.1.1	Sphärische Anteile der Refraktion	42
3.5.1.2	Zylindrische Anteile der Refraktion	42
3.5.1.3	Myopie, Hyperopie, Astigmatismus in Quito	43
3.5.1.4	Anisometropie in Quito	45
3.5.2	Refraktion in Ibarra	46
3.5.2.1	Sphärische Anteile der Refraktion	46
3.5.2.2	Zylindrische Anteile der Refraktion	46
3.5.2.3	Myopie, Hyperopie, Astigmatismus in Ibarra	47
3.5.2.4	Anisometropie in Ibarra	49
3.5.3	Fazit	50
3.6	Refraktion unter der Zyktoplegie	51
3.6.1	„Zyktoplegie-Gruppe“ für die Auswertung des Autorefraktometers	51
3.6.2	Sphärischer Anteil der Refraktion	51
3.6.3	Zylindrischer Anteil der Refraktion	53
3.6.4	Fazit	55
3.7	Vidorefraktometer versus Autorefraktometer unter Zyktoplegie	55
3.7.1	„Zyktoplegie-Gruppe“ für die Auswertung des Vidorefraktometers	55
3.7.2	Sphärischer Anteil der Refraktion	55
3.7.3	Zylindrischer Anteil der Refraktion	57
3.7.4	Sphärische Fehlweisungen des Vidorefraktometers	59
3.7.4.1	Charakteristika der falsch negativen Probanden	60
3.7.5	Fazit	60
4	Diskussion	62
4.1	Projekt, Studiendesign	62
4.2	Versorgungsstand in Ecuador	62
4.3	Refraktionsanomalien in Quito und Ibarra	63
4.4	Visus	65
4.5	Langtest II	66
4.6	Augenerkrankungen in Quito und Ibarra	67
4.7	Amblyopie, Strabismus	68
4.8	Autorefraktometer, Zyktoplegie	71
4.9	Vidorefraktometer	73
5	Zusammenfassung	75
6	Anhang	78
6.1	Ecuador	78

6.2	Untersuchungsbogen	79
6.3	Visus am linken Auge	79
6.3.1	Visus ohne Korrektur in Quito	79
6.3.2	Visus ohne Korrektur in Ibarra	79
6.4	Refraktion ohne Zykloplegie	80
6.4.1	Refraktion in Quito am linken Auge	80
6.4.1.1	Sphärische Anteile der Refraktion	80
6.4.1.2	Zylindrische Anteile der Refraktion	80
6.4.2	Myopie, Hyperopie und Astigmatismus in Quito am linken Auge	81
6.4.3	Refraktion in Ibarra am linken Auge	83
6.4.3.1	Sphärische Anteile der Refraktion	83
6.4.3.2	Zylindrische Anteile der Refraktion	83
6.4.4	Myopie, Hyperopie und Astigmatismus in Ibarra am linken Auge	84
6.5	Autorefraktometer ohne Zykloplegie versus Autorefraktometer mit Zykloplegie, deskriptive Statistiken	86
6.5.1	Abweichung des sphärischen Wertes am rechten Auge	86
6.5.2	Abweichung des zylindrischen Wertes am rechten Auge	86
6.5.3	Abweichung des sphärischen Wertes am linken Auge	87
6.5.4	Abweichung des zylindrischen Wertes am linken Auge	89
6.6	Vidorefraktometer versus Autorefraktometer unter Zykloplegie, deskriptive Statistiken	90
6.6.1	Abweichung des sphärischen Wertes am rechten Auge	90
6.6.2	Abweichung des zylindrischen Wertes am rechten Auge	91
6.6.3	Abweichung des sphärischen Wertes am linken Auge	92
6.6.4	Abweichung des zylindrischen Wertes am linken Auge	93
6.7	Autorefraktometer ohne Zykloplegie versus Autorefraktometer unter Zykloplegie	96
6.7.1	Sphärische Brechungsfehler	96
6.7.2	Zylindrische Brechungsfehler	97
6.8	Vidorefraktometer versus Autorefraktometer unter Zykloplegie	98
6.8.1	Sphärische Brechungsfehler	98
6.8.2	Zylindrische Brechungsfehler	99
6.8.3	Anisometropie	100
6.9	Korrigierter Visus vom Optiker	101
6.10	Sphärische Fehlweisungen des Vidorefraktometers am rechten Auge	102
7	Literaturverzeichnis	104
8	Danksagung	108
9	Lebenslauf	109
10	Eidesstattliche Versicherung	110

1 Einleitung

1.1 ALFA-Programm und das Netzwerk „DESAMI“

Auf Basis des von der europäischen Union finanzierten Programms ALFA^A ist ein Netzwerk von sechs Arbeitsgruppen mit dem Namen „DESAMI“ entstanden, in dem die Länder **Deutschland, Ecuador, Schweden, Argentinien, Mexico und Italien** kooperieren. Ziel des Projektes in interner Übereinkunft der Teilnehmer war es, ophthalmologische Reihenuntersuchungen bei Kindern durchzuführen, die Inzidenz von Augenerkrankungen und Refraktionsfehlern festzustellen wie auch die Prävention von Amblyopie. EU-seitig war ein Austausch von postgraduierten Studenten ohne besondere Zielsetzung vorgesehen.

1.1.1 Projekt in Ecuador „Ver para aprender“

Im Rahmen des ALFA-Programms wurde in Ecuador das Projekt „Ver para aprender“ (Sehen, um zu lernen) gegründet. Dies sollte die Abhängigkeit des Lernens von Sehvermögen zum Ausdruck bringen. Als postgraduierte Studentin bin ich für ein Jahr nach Ecuador gefahren um dort, in Zusammenarbeit mit den einheimischen Ärzten, Screeninguntersuchungen durchzuführen.

Die Studie sollte die Verbreitung von Augenerkrankungen bei Kindern in Ecuador erheben, um so u.a. Voraussetzungen für eine positive Beeinflussung der Gesundheitsplanung in Ecuador zu schaffen. Eine mit der Zielsetzung des Projekts vergleichbar große Reihenuntersuchung hat es bis zum damaligen Zeitpunkt in der Geschichte Ecuadors noch nicht gegeben.

1.1.2 Ecuador

Ecuador (Abbildung 4 im Anhang) ist ein sehr vielfältiges Land, das seinen Namen der Äquatorlinie verdankt, die durch das Land verläuft. Zwei parallele Bergketten von 3000 bis 6000 m Höhe durchziehen das Land von Norden bis Süden. Sie gliedern Ecuador in drei Landschaftsräume: Im Westen, am Pazifischen Ozean, befindet sich die Küstenebene („Costa“). Das Hochland bzw. die Andenregion („Sierra“) liegt zwischen den Bergketten, während sich im östlichen Tiefland die Amazonasregion („Oriente“) befindet.

Ecuador hat 13,4 Millionen Einwohner und eine Fläche von 272 045 km². Die Amtssprache ist Spanisch. 61% der Bevölkerung (im Jahre 2002) lebt in der Stadt und die restlichen 39% auf dem Land [20]. Von allen südamerikanischen Staaten hat Ecuador die höchste Bevölkerungsdichte. Sowohl nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als auch den erhobenen Daten der Volkszählung November 2004^B liegt die mittlere Lebenserwartung für Frauen bei 76 Jahren und für Männer bei 70 Jahren.

^A 1994 ist das „ALFA-Programm“ entstanden. ALFA steht für „*América Latina Formación Académica*“ und soll die Kooperation zwischen Hochschulen der Europäischen Union und Lateinamerika fördern. Einer der größten Entwicklungshilfeger der Welt ist die Europäische Union. EuropeAid koordiniert die Zusammenarbeit verschiedener Länder und führt weltweit Programme und Projekte durch.

^B World Health Organization: <http://www.who.int/countries/ecu/en/>

Im Vergleich dazu lag die mittlere Lebenserwartung in Deutschland 2004 für Frauen bei 81,6 Jahren und für Männer bei 75,6 Jahren.

In der folgenden Tabelle sind einige das Land charakterisierende Daten zusammengefasst.

Tabelle 1: Ausgewählte Sozialdaten Ecuadors

Säuglingssterblichkeit (unter 1 Jahr)	22,3 auf 1000 Neugeborene (2003)
Müttersterblichkeit	77,8 auf 100 000 Lebendgeborene (2003)
Tbc, alle Formen	5.789 neue Fälle(2003)
Fließendes Wasser im Haushalt	52,1% (2001)
Fließendes Wasser in der Nähe	26,0% (2001)
Kein fließendes Wasser	21,9% (2001)
Einkommen < 1Dollar/Tag	15% (2003)
Klassifiziert als extrem arm	8,5% (2004)
Klassifiziert als arm	41,5% (2004)

Legende: Tbc = Tuberkulose; **Quelle:** <http://www.who.int/countries/ecu/en/>

1.1.2.1 Quito und Ibarra

Untersuchungsorte der Studie in Ecuador waren Quito und Ibarra.

Quito, die Hauptstadt Ecuadors, liegt in 2 850m Höhe und ist damit die zweithöchstgelegene Großstadt der Welt. In Quito leben etwa 1,4 Millionen Einwohner, auf jeden Quadratkilometer etwa 4827 Einwohner (2004). Die Stadt liegt in einem Längstal der Anden und ist von 14 Vulkanen umgeben. Ständige Erdbeben und Aschefälle gehören zum Alltag.

Das Klima wird wegen der Höhenlage als „kalttropisch“ bezeichnet. Die Temperaturen schwanken während des Tages stark: In der Nacht sinkt die Lufttemperatur auf 6-7° C, tagsüber erreicht sie 24-26°C.

Ibarra, die Hauptstadt der Provinz Imbabura im Norden des Landes, liegt ebenfalls in den Anden und auf einer Höhe von 2210m. Im Jahre 2004 wurden 113 800 Einwohner gezählt. In Ibarra leben etwa 101 Einwohner pro km².

1.2 Stand der Screeningprogramme in der Welt

1.2.1 Screening, Definitionen und Begriffe

Unter einem **Screening** versteht man ein systematisches, zeit- und kostengünstiges Testverfahren, das eingesetzt wird, um innerhalb eines definierten Prüfbereichs bestimmte Eigenschaften der Prüfobjekte zu identifizieren. Der Prüfbereich besteht meist aus einer großen Anzahl von Proben oder Personen. Ein Screening ist somit ein auf bestimmte Kriterien ausgerichteter "Siebtest".

Die Untersuchungsmethode wird hauptsächlich zur Frühdiagnostik eingesetzt, um klinisch symptomlose oder prämorbid Krankheitsstadien zu erfassen [63].

Bei der Durchführung augenärztlicher Reihenuntersuchungen sollen möglichst alle pathologischen Augenbefunde erfasst werden, mit möglichst geringer Zahl von Einzeltests. Auch zeitlich sollten diese Screeningprogramme nicht zu aufwendig sein. Auszuwählen sind daher einfache, aber trotzdem spezifische Untersuchungsmethoden, die zumindest teilweise von nicht oder wenig geschultem Untersuchungspersonal leicht und schnell anwendbar sind [13,26].

1.2.2 Ophthalmologische Screeningprogramme in der Welt

Weltweit existieren in vielen Ländern Reihenuntersuchungen oder Screeningprogramme für Sehstörungen bei Kindern. Neugebauer u.a. [52] haben versucht eine Bestandsaufnahme der weltweit existierenden Screeningprogramme im Zeitraum von 1999 bis 2000 darzustellen. Es wurde ein Fragebogen an Gesundheitsbehörden von 190 souveränen Staaten geschickt. Es gingen Antworten aus 111 Ländern ein, darunter 33 europäische Staaten. 68 der Länder hatten ein Screeningprogramm. Von den restlichen 43 Ländern, die kein Screeningprogramm hatten, planten jedoch 27 die Einführung.

Die augenärztliche Erstuntersuchung von Kindern findet in 24 Ländern während des ersten Lebensjahrs statt. In 8 Länder werden die Kinder jedoch erst im 6. bis 7. Lebensjahr zum ersten Mal ophthalmologisch untersucht (Abb.1).

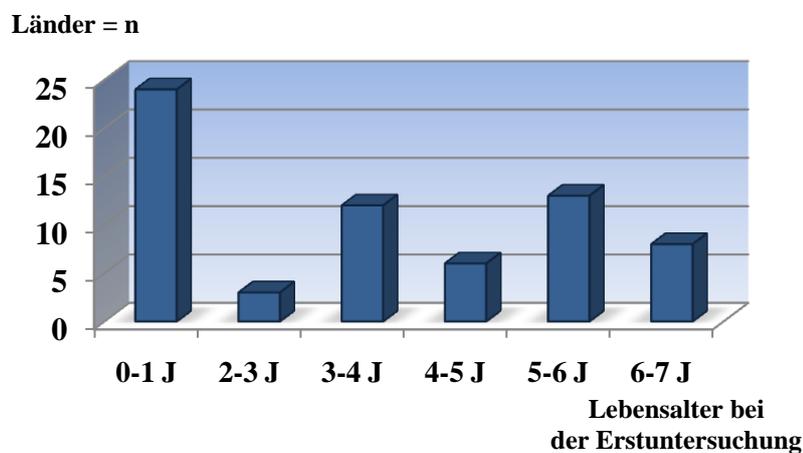


Abbildung 1: Anzahl der Länder mit augenärztlichem Screeningprogramm nach Alter bei der Erstuntersuchung

Es existieren verschiedene Meinungen darüber, ob eine augenärztliche Reihenuntersuchung mit Sehschärfenbestimmung in den ersten Lebensjahren des Kindes (1.- 4. J.) notwendig ist. Einige Autoren aus Großbritannien z.B. konnten einen therapeutischen Effekt durch die frühe Untersuchung nicht nachweisen [47,73].

In Schweden haben Nordlöw und Joachimsson 1962 vorgeschlagen, reguläre Reihenuntersuchungen mit Sehschärfenbestimmungen bei 4-jährigen Kindern durchzuführen [54]. Ein paar Jahre später führten auch Köhler und Stigmar Screeninguntersuchungen bei 4-jährigen Kindern durch [39,40]. Aufgrund dieser Studien wurden Mitte der 70-er Jahre in Schweden Screeningprogramme eingeführt.

Inzwischen bestätigen schon zahlreiche Studien [34, 42,43] die Wirksamkeit augenärztlicher Reihenuntersuchungen im frühen Kindesalter. In Schweden konnte die Zahl der hochgradigen Amblyopien (Visus von 0,32 und schlechter) seit der Einführung der Screeninguntersuchungen von 2% auf 0,2% reduziert werden.

Seit 1978 werden auch in Dänemark Messungen der Sehschärfe bei 4-jährigen Kindern als fester Bestandteil der U8-Vorsorgeuntersuchung durchgeführt.

Die Zielsetzung bei den Reihenuntersuchungen ist zum größten Teil ähnlich und besteht in der Diagnostik von pathologischen Augenbefunden [3]. Trotzdem sind die Ergebnisse von Screeninguntersuchungen nur schwer vergleichbar. Allein die Auswahl von Testverfahren zur Visusprüfung ist sehr unterschiedlich. Auch die Definition von Brechungsfehlern ist in fast jeder Studie unterschiedlich, was die Vergleichbarkeit stark erschwert.

Das Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG) hat den aktuellen medizinischen Wissensstand zur Früherkennungsuntersuchung von Sehstörungen bei Kindern bis zur Vollendung des 6. Lebensjahres bewertet [33]. Dabei wurden multiple Screeningprogramme, deren Design und Ergebnisse verglichen, um einen Nutzen einer augenärztlichen Vorsorgeuntersuchung im frühen Kindesalter zu beurteilen. Die gefundene unmittelbare und mittelbare Evidenz steht laut IQWiG zwar dem Nutzen eines Screeningprogramms nicht entgegen, es sei jedoch nicht gerechtfertigt eine Intensivierung der bereits bestehenden Früherkennungsmaßnahmen zu fördern.

Eine Auswahl der Literatur betreffs Methoden und Ergebnisse durchgeführten Reihenuntersuchungen von 1966 bis 2001 ist in der Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Grobe Darstellung von Reihenuntersuchungen verschiedener Autoren

Autor und Jahr der Untersuchung	Alter der Probanden (Jahre)	Anzahl der Probanden	Untersuchungs-Methoden	Brechungsfehler des Auges	Reduzierter Visus	Strabismus
Franceschetti 1966 [19]	4 -6	314	Visus (E-Haken)	14,3%	11,8% (einseitig:8,3% beidseitig:3,5%)	
de Decker, Tessmer 1973 [15]	6 -8	1.525	u. a. Abdecktest nach Holland			5,3% Strabismus concomitans
Schüttle, Groten, Leymann, Lizin 1976 [71]	2 - 7	4.229	Visus (Löhleinsche Kindertafeln) Abdecktest (in 30cm Entfernung)		10%	11,3% Phorien, 0,7% XT 1,8% ET
Köhler und Stigmar 1978 [40]	7	2.178	Visus (E-Haken)	3,8% Astigm. 4,0% Hyperopie 1,8% Myopie	14,2%	1,7% ET 0,1% XT 12,4% Heterophorie
Haase, Mühling 1979 [25]	6 - 7	830: davon 778 Nichtschielers und 52 Schielers	Visus, räumliche Wahrnehmung, Heterophorie mit dem R-5-Gerät von Rodenstock, Abdecktest u. a.	Nichtschielers: 13,7% Refr. Anomalien insgesamt: 10,2% Hyperopie 7,8% Astigmatismus 1,4% Myopie 3,5% Anisom.		6,3% Strabismus, davon 17,3% Mikrostrab. 5,1% XP 3,4% EP
Jensen, Goldschmidt 1986 [34]	5 - 13	8.769	Visus (E-Haken)	11,8%	"98,2% aller Augen erreichten Visus von 1,0"	

Autor und Jahr der Untersuchung	Alter der Probanden (Jahre)	Anzahl der Probanden	Untersuchungsmethoden	Brechungsfehler des Auges	Reduzierter Visus	Strabismus
Jialiang Zhao, Xiangjun Pan und Mitarbeiter 1998 [76]	5 – 15	5.884	Visus, Retinoskopie und Autorefr. in Cycloplegie, Motilität u. a.	2,7% Hyperopie 21,6% Myopie 10% Astigm. (gemessen mit AR)	Visus 0,5 und schlechter: einseitig 10,8% beidseitig 0,4%	2,8% XT
Pokharel, Negrel und Mitarbeiter 1998 [62]	5 – 15	5.067	Visus, Retinoskopie und Autorefr. in Cycloplegie, Motilität u. a.	2,1% Hyperopie 1,2% Myopie 3,5% Astigm. (gemessen mit AR)	Visus 0,5 und schlechter: einseitig 2,8% beidseitig 0,4%	2,1% Heterotropie
Maul, Barroso, Munoz, Sperduto, Ellwein 1998 [49]	5 – 15	5.303	Visus, Retinoskopie und Autorefr. in Cycloplegie, Motilität u. a.	19,3% Hyperopie 7,3% Myopie 27% Astigm. (gemessen mit AR)	Visus 0,5 und schlechter: einseitig 14,7% beidseitig 3,3%	9,8% Heterotropie
Ohlsson, Villarreal und Mitarbeiter 1998 [57]	12 – 13	1046	Visus (Landolt C), Stereo-Test, Cover-Test, Refraktive Retinoskopie u. a.	45% Myopie 8,4% Hyperopie 5,2% Astigmatismus 3,3% Anisometropie	Visus < 1,0: einseitig 4,4% beidseitig 1,9%; Amblyopie: 2,8% wenn Visus < 1,0, 1,1% wenn Visus ≤ 0,5	2,7% Heterotropie: 9% ET 6% MET 7% XT 1% DVD u. a.
Kvarnström, Jakobsson, Lennerstrand 1998 und 2001 [42,43] (*retrospektive Studie, die Daten von Kindern von Geburt an bis zum 10. LJ verfolgte)	0 – 10 *	3126	Visus (HVOT, E-Haken), Retinoskopie in Cycloplegie, Covertest, Stereotest u. a.		Prävalenz von Amblyopie bei 10-jährigen: 0,06% - Visus ≤ 0,1 0,9% - Visus ≤ 0,5 1,7% - Visus ≤ 0,7	

Autor und Jahr der Untersuchung	Alter der Probanden (Jahre)	Anzahl der Probanden	Untersuchungs-Methoden	Brechungsfehler des Auges	Reduzierter Visus	Strabismus
Käsmann-Kelner, Heine, Pfau und Mitarbeiter 1998 [38]	3 – 7	948	Visus für die Ferne (C-Test , Sh-G-B, Sh-G-KB-Test), Abdecktest, Lang-Test I, Skiaskopie und Ophthalmoskopie, Brillenbeurteilung	25% von 1878 Einzelaugen Refraktionsanomalie: davon 1/3 – Myopie, 2/3 – Hyperopie (beides ggf. mit Astigmatismus)	24,1% Visus < 0,6, davon beim C-Test: 19,9%, bei Sh.-G-B: 22,0% bei Sh-G-KB: 13,8%	3,7% Strabismus (ET, XT, MET u.a.)
Mamatkhuzhaeva 2000 [48]	6 – 17	6027	Visus Ferne und Nähe, Farbsehen, Skiaskopie unter Atropinisierung u. a.	9,8% Refraktionsanomalien: 5,1% Myopie 2,5% mäßige Hyperopie 0,1% hohe Hyperopie 2,1% Astigmatismus		
Junghans, Kiely, Crewther und Mitarbeiter 2000 [35]	3 – 12	2697	Visus, Cover-Test, Motilität, Retinoskopie ohne Zykloplegie, Stereopsis u. a.	5,3% Myopie 7,7% Hyperopie 2% Astigmatismus		0,3% Heterotropie 9,9% XP / Nähe
Dandona, Dandona, Srinivas, Sahare und Mitarbeiter 2001[14]	7 – 15	4074	Visus (E-Haken), Motilität, Retinoskopie, Autorefraktometer in Zykloplegie u. a.	5,6 % Myopie 0,68 % Hyperopie 2,8% Astigmatismus gemessen mit AR in Zykloplegie	2,7% Visus sc ≤ 0,5 0,78% Visus mit bester Korrektur ≤ 0,5	1,8% Heterotropie / Ferne 1,9% Heterotropie / Nähe
Murthy, Gupta, Ellwein und Mitarbeiter 2001[50]	5 – 15	6447	Visus (E-Haken), Motilität, Retinoskopie, Autorefraktometer in Zykloplegie u. a.	6,3% Hyperopie 6,7% Myopie 9,8% Astigmatismus gemessen mit AR	6,4% Visus sc ≤ 0,5 0,81% Visus mit bester Korrektur ≤ 0,5	0,53% Heterotropie

Legende: Prob. = Probanden, AR = Autorefraktometer, ET = Esotropie, XT = Exotropie, MET = Mikrosotropie, DVD = Dissoziierte Vertikal Divergenz, EP = Esophorie, XP = Exophorie, Sh-G-B = Sheridan-Gardiner-Buchstaben-Test, Sh-G-KB = Sheridan-Gardiner-Kinderbilder-Test.

1.3 Fragestellung und Zielsetzung

Ziele der Untersuchung in Ecuador waren:

1. Überblick über die Sehfunktion, Amblyopie und diese erzeugende Faktoren, sonstige Augenbefunde und Versorgungsstand von Schulkindern (5- bis 15) in Ecuador;
2. Besondere Berücksichtigung von Kindern ärmer Bevölkerungsschichten;
3. Vergleich der Ergebnisse in Großstadt und ländlicher Stadt;
4. Einsatz und Tauglichkeitsprüfung von Refraktometern bei diesem Screeningprogramm.

2 Probanden und Methoden

2.1 Probanden

2.1.1 Vorbereitungsphase für die Auswahl der Orte und Probanden

In der Vorbereitungsphase wurden zwei Städte ausgewählt: eine Großstadt (Hauptstadt Quito) und eine kleine, mehr ländliche Stadt (Ibarra). Das Ziel war, Unterschiede in den Augenbefunden zwischen Kindern aus der Großstadt und denen aus der ländlichen Stadt zu erkennen. Damit die Einkommensschichten vergleichbar sind, wurden nur staatliche Schulen ausgesucht.

In Ibarra wurden alle im Zentrum (Parroquia el Sagrario) gelegenen staatlichen Schulen und Vorschulen für die Studie ausgesucht. Insgesamt wurden Kinder aus 15 Schulen (von 16) untersucht. Bei einer Schule fehlte die Erlaubnis des Direktors.

In der Hauptstadt Quito wurden Kinder aus 10 Schulen und dazugehörigen Vorschulen in zwei peripheren Gebieten im Norden Quitos untersucht: in Colinas del Norte und Carapungo.

Eine Psychologiestudentin aus Padua (Italien) hat die Lehrer mit der Studie bzw. Einschlusskriterien (s.u.) bekanntgemacht. Die Lehrer haben dann den Eltern die Vorgaben dieser Studie erläutert. Es wurde ein Einverständnis der Eltern eingeholt. Um den Anamneseteil ausfüllen zu können, wurden die vorbereiteten Anamnesebögen (s. Abb. 5 im Anhang) verteilt. Es sollte Name, Vornamen, Geburtsdatum und Alter, Geschlecht, Besitz einer Brille und Vorerkrankungen bzw. Operationen oder Verletzungen an den Augen eingetragen werden.

Die Untersuchungen wurden im Zeitraum von Oktober 2001 bis April 2002 durchgeführt.

2.1.2 Einschlusskriterien für die Aufnahme in die Studie

Haupteinschlusskriterium für die Aufnahme in die Studie war das Alter des Kindes zum Zeitpunkt der Untersuchung: 5 bis 15 Jahre.

2.1.3 Aus der Datenanalyse ausgeschlossene Kinder

Insgesamt wurden 6143 Kinder in Ecuador untersucht. In die Auswertung einbezogen wurden 6117 Kinder. Ausgeschlossen wurden 26 Kinder wegen Über-oder Unterschreitung der Altersgrenze (beruhend auf fehlerhaften Angaben auf den Anamnesebögen seitens der Schule). Dies hatte zur Folge, dass auch ein Vierjähriger, 22 Sechzehnjährige, zwei Siebzehnjährige und ein Achtzehnjähriger untersucht wurden.

Dabei wurden folgende Kriterien für das Einschlussalter und Altersgruppierung festgelegt:

4,51 bis 5,50 → 5 Jahre	10,51 bis 11,50 → 11 Jahre
5,51 bis 6,50 → 6 Jahre	11,51 bis 12,50 → 12 Jahre
6,51 bis 7,50 → 7 Jahre	12,51 bis 13,50 → 13 Jahre
7,51 bis 8,50 → 8 Jahre	13,51 bis 14,50 → 14 Jahre
8,51 bis 9,50 → 9 Jahre	14,51 bis 15,50 → 15 Jahre
9,51 bis 10,50 → 10 Jahre	

Außerdem fehlten bei einigen Kindern vollständige Untersuchungsdaten. In Quito fehlte bei vier Kindern ein beidseitiger Visus. Ein 12-Jähriger hat bei der Visusprüfung nicht teilgenommen, ein 13-Jähriger hatte am R Auge eine Prothese und zwei 6-Jährige haben bei der Visusprüfung nicht mitgemacht. In Ibarra waren es drei Kinder: ein 5-Jähriger hatte eine geistige Retardierung, ein 5-Jähriger hat nicht mitgemacht und ein 10-Jähriger hatte am L Auge eine Prothese. Daten vom Autorefraktometer fehlen in Quito bei drei Kindern: ein 6-Jähriger fehlte bei der Untersuchung, ein 10-Jähriger hatte im L Auge eine IOL und ein 13-Jähriger hatte am R Auge eine Prothese. In Ibarra fehlen die Daten von nur einem 10-Jährigen mit einer Augenprothese am L Auge.

Die Daten vom Autorefraktometer mit Zyklusplegie fehlten bei 25 Kindern, die sich der Untersuchung entzogen. Alle diese Kinder verbleiben in der Auswertung.

2.1.4 Darstellung der ausgewählten Probanden-Gruppen

2.1.4.1 Probanden in Quito

In Quito wurden insgesamt 2275 Kinder im Alter von 5 bis 15 Jahren untersucht: 53,45% davon waren männlich und 46,55% weiblich (Tabelle 3).

Tabelle 3: Geschlechterverteilung, Quito

Geschlecht	n	%
Mädchen	1059	46,55
Jungen	1216	53,45

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen Probanden in Quito

Für die Auswertung wurden die Kinder in drei Altersgruppen eingeteilt. Die erste Gruppe besteht aus 5-Jährigen bis 7-Jährigen Kindern, die zweite Gruppe aus 8- bis 11-Jährigen und die dritte Gruppe aus 12- bis 15-Jährigen Kindern.

Die größte Gruppe besteht aus 8- bis 11-Jährigen, 44,53% aller Kinder (Tabelle 4).

Tabelle 4: Altersverteilung, Quito

Alter/ Jahre	n	%	Altersgruppen	n	%
5	163	7,13	5- bis 7-Jährige	737	32,4
6	301	13,16			
7	273	11,94			
8	259	11,32	8- bis 11-Jährige	1013	44,53
9	241	10,54			
10	262	11,46			
11	251	10,98			
12	224	9,79	12- bis 15-Jährige	525	23,08
13	150	6,56			
14	93	4,07			
15	58	2,54			

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen Probanden in Quito

2.1.4.2 Probanden in Ibarra

In Ibarra untersuchten wir 3842 Kinder, davon waren 44,33% Mädchen (n=1703) und 55,67% Jungen (n=2139) (Tabelle 5).

Die Verteilung in Altersgruppen zeigt die Tabelle 6. Die größte Gruppe besteht aus 8- bis 11-Jährigen: 52,01 % der Kinder.

Tabelle 5: Geschlechterverteilung, Ibarra

Geschlecht	n	%
Mädchen	1703	44,33
Jungen	2139	55,67

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen Probanden in Ibarra

Tabelle 6: Altersverteilung, Ibarra

Alter/ Jahre	n	%	Altersgruppen	n	%
5	347	9,03	5- bis 7-Jährige	1370	35,65
6	548	14,26			
7	475	12,36			
8	521	13,56	8- bis 11-Jährige	1998	52,01
9	473	12,31			
10	507	13,20			
11	497	12,94			
12	206	5,36	12- bis 15-Jährige	474	12,34
13	121	3,15			
14	109	2,84			
15	38	0,99			

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen Probanden in Ibarra

2.1.4.3 Probanden der „Zykloplegie-Gruppe“

Für die Beurteilung der Refraktion mit dem Autorefraktometer unter der Zykloplegie in verschiedenen Altersgruppen und für die Auswertung der Daten des Videorefraktometers, wurden die Daten aus Quito und Ibarra zusammengefasst.

In der Zykloplegie-Gruppe für die Auswertung des Autorefraktometers wurden 2725 Kinder eingeschlossen (s. 3.6.1.) und für die Auswertung des Videorefraktometers 2219 Kinder (s. 3.7.1.).

2.2 Methoden

Alle erhobenen Befunde wurden aus den Untersuchungsbögen anonymisiert in eine Microsoft Access Datei eingegeben und mit dem Programm SPSS 16.0 aufgearbeitet und statistisch ausgewertet.

2.2.1 Allgemeine Methoden

2.2.1.1 Sehtest mit dem HTVO-Test nach Sheridan-Gardiner

Allgemeines

Der Sheridan-Gardiner-Test [59] verwendet vier gut differenzierte Buchstaben als Optotypen. Die Buchstaben „H T V O“ sind auch für kleine Kinder leicht zu unterscheiden. HTVO-Test ist ein Einzelsymboltest. Trennschwierigkeiten als besonderes Charakteristikum einer Amblyopie sind damit nicht zu testen.

Durchführung

Der HTVO-Test wird im Prüfabstand von 3m mit Tafeln durchgeführt. Das rechte Auge wurde vor dem linken Auge ohne Korrektur, danach ggf. mit Korrektur geprüft. Die vier Buchstaben wurden als Einzelsehzeichen durch verschiedene Visusstufen dargeboten. Für die kleinen Kinder, die die Buchstaben nicht benennen konnten, wurde eine zusätzliche große Schablone mit den vier Buchstaben bereitgestellt, wo sie nach erkennen der Buchstabe auf der Tafel, auf eine entsprechende Buchstabe auf der Schablone gezeigt haben.

Die Tafeln enthalten Optotypen folgender logarithmischen Visusstufen:

1.0 – 0.8 – 0.63 – 0.5 – 0.4 – 0.32 – 0.25 – 0.2 – 0.16 – 0.125 – 0.1

Darunter liegenden Sehschärfen wurden als Fingerzählen bzw. Handbewegung ermittelt und als Low Vision zusammengefasst.

6 von 8 Sehzeichen einer Visusstufe mussten richtig erkannt werden^C.

Bei den kleinen Kindern (5-6-jährig) wurde zum Anfang mit der Visusstufe 0.1 oder 0.125 begonnen, um den Umgang mit der Hilfsschablone zu üben und um festzustellen, ob die kleinen Probanden den Test verstanden haben.

2.2.1.2 Lang-Test

Allgemeines

Die Stereotests nach Lang I und II bestehen jeweils aus einer Testkarte. Querdisparate Objekte werden als Random Dot Muster mittels Zylinderrasterverfahren angeboten [66]. Somit wird eine Brille (Rot-Grün- oder Polarisationsbrille) zur Betrachtung der Testbilder nicht benötigt.

Beim Lang-Test I sind die Figuren ein Stern, eine Katze und ein Auto. Die Testfiguren sind alle Querdisparat (1200`` bis 550``). Beim Auto (550``) ist die Querdisparation am geringsten.

In dieser Studie wurde der Lang-Test II angewandt. Die Figuren sind ein Stern, ein Mond, ein Elefant und ein Auto [46] (Querdisparation: 200``, 400``, 600``). Der Stern ist nicht querdisparat und kann monokular erkannt werden und gewährleistet die notwendige Fokussierung auf die Testkarte und fördert die Motivation.

Die Testkarte wird in 40 cm frontoparallel präsentiert. Kopf- und Kartenbewegung sollen vermieden werden, weil sonst monokulare Erkennung größerer Objekte/Querdisparationen möglich ist.

Durchführung

Als positiv bewertet wurde eine korrekte Benennung plus richtige Lokalisation der Testfiguren auf der Karte durch Zeigen. Eine ausschließliche Benennung schien nicht ausreichend, weil die Kinder nicht isoliert untersucht werden konnten und ein verbaler Informationsaustausch somit nicht unterbunden war.

^C Das Kriterium 6 von 8 richtig erkannten Sehzeichen (statt 5 von 8) wurde von der örtlichen Studienleitung vorgegeben. Es setzt anspruchsvolle Grenzen für die Auswahl auffälliger Probanden und entspricht nicht einer Schwellenbestimmung für sinnesphysiologische Prüfverfahren. Hier wären >50% richtig ausreichend. Da es sich um einen **nicht** dem Normsehzeichen Landoltring angeglichenen Buchstabentest handelt ist folgendes zu bemerken: Grundsätzlich sind (Alters-)Normwerte auf den Landoltring, dargeboten in 8 Positionen, bezogen. Angleichung anderer Sehzeichen, wie z.B. dem E-Haken, ergeben im Schwellenbereich eine (ca. 12%) bessere Erkennbarkeit des E-Hakens. Wir gehen davon aus, dass ähnliches zutreffen würde für den HTVO-Test. Die korrigierte Erkennungsrate (KER) nach Hartmann (s. u.) ist bei 6 von 8 Sehzeichen 0,66 (66%), bei 5 von 8 Sehzeichen 0,5(50%). Wir schätzen dies mit ca. 1 Visusstufe auf der Dezibelskala ein und sehen durch diese Kriterienauswahl eine gewisse „Angleichung“ an Landoltringbedingungen.

$$KER = \frac{N(n-1) - F_n}{N(n-1)}$$

wobei KER=korrigierte Erkennungsrate, N=Anzahl der insgesamt angebotenen Sehzeichen, n=Anzahl der möglichen Lückenpositionen im Landolt-Ring, F=Zahl der falschen Antworten.

2.2.1.3 Kopfwangshaltung, Hirschberg-Test, Vorderabschnitts- und Fundusprüfung

Allgemeines

Kopfwangshaltung

Eine Kopffehlhaltung kann als möglicher Indikator für eine okuläre Ursache [17,72] (bestimmte Schielformen, Nystagmus, Fehrkorrektur bei Refraktionsanomalien u.a.) sein und kann in drei Hauptachsen eingeteilt werden: Links- und Rechtsdrehung des Kopfes (z-Achse), Kopf- bzw. Kinnhebung und Kinnsenkung (x-Achse), Neigung des Kopfes zur rechten oder zu linken Schulter (Kopfneigung, y-Achse). Eine Kombination aus diesen drei Kopfhaltungsachsen ist möglich.

Hirschbergtest

Eine objektive Schätzung des Heterotropiewinkels lässt sich mittels Hornhautreflexbildchens, den so genannten Hirschbergtest durchführen. Das Hornhautreflexbild ist ein virtuelles Bild der Lichtquelle, das durch die Wölbung der Hornhautoberfläche entsteht.

Nach Hirschberg galt, dass eine 1mm-Verschiebung des Hornhautreflexes einem Schielwinkel von 7° entspricht [29].

Eine Hornhautreflexbild-Verlagerung um 1mm entspricht nach neueren Berechnungen einem Schielwinkel von $11-12^\circ$ [8, 17, 72].

Als Lichtquelle bei dem Test wird eine punktförmige Lichtquelle benötigt, die in etwa einem Abstand von 40-50 cm beide Augen gleichzeitig beleuchten muss. Der Hornhautreflex wird aus der Lichtrichtung beurteilt.

Dieser Test ist sehr hilfreich bei hochgradigen Amblyopien, für die Feststellung eines Pseudostrabismus oder bei schlechter Mitarbeit des Patienten.

Der Hirschbergtest ist eine orientierende Methode zur Schätzung eines Schielwinkels [65].

Durchführung

Während der Visusprüfung wurde auf eine Kopfwangshaltung geachtet und diese als „pathologisch“ oder „normal“ in den Untersuchungsbogen eingetragen.

Bei allen Kindern benutzten wir eine punktförmige Lichtquelle. Das Ergebnis wurde als normal bzw. als entsprechende Tropie (Esotropie, Exotropie, Hypo- bzw. Hypertropie) notiert.

Der Vorderabschnitt wurde mit fokaler Beleuchtung auf grobe Pathologien untersucht wie Blepharitis, Pterygium, Hornhautnarben, Konjunktivitis etc. Ein Befund wurde notiert.

Bei allen Kindern, die eine Zykloplegie erhalten haben, wurde eine Untersuchung des Augenhintergrundes mit dem Heine indirekten Kopffthalmoskop und einer 20 Dpt Lupe durchgeführt.

2.2.1.4 Motilitätsprüfung und Covert-Test

Allgemeines

Motilitätsprüfung

Bei der Motilitätsprüfung werden indirekt alle 12 Augenmuskeln geprüft. Um die Motilität zu prüfen, führt man bei festgehaltenem Kopf eine Lichtquelle in die acht diagnostischen Blickrichtungen und fordert den Patienten der Lichtquelle zu folgen. Man achtet dabei auf das Hornhautreflexbild. Die Reflexbilder beider Augen können dabei relativ zueinander verschoben sein (Inkomitanz oder Lähmungsschielen). Ferner wird beobachtet, wie in den peripheren Blickpositionen ein Nystagmus auftritt und bei schon vorhandenem Nystagmus prüft man ob und in welcher Position die Intensität des Nystagmus sich ändert [72].

Cover-Test

Der Ab- und Aufdecktest dient der Untersuchung auf latentes und manifestes Schielen. Es wird unter einseitigem Ab- und Aufdecktest und alternierendem Abdecktest unterschieden. Diese Tests werden für die Nähe und für die Ferne durchgeführt, als Fixierobjekte werden kleine Optotypen oder Bilder benutzt.

Bei manifestem Schielen fixieren beide Augen nicht gemeinsam dasselbe Objekt.

Beim Abdecken des nichtschielenden Auges wird das schielende Auge eine Einstellbewegung machen. Die Größe der Einstellbewegung entspricht dem objektiven Schielwinkel.

Bei latentem Schielen weicht das abgedeckte Auge in eine Schielstellung ab, beim Aufdecken bewegt es sich zu Parallelstand zurück.

Beim alternierendem Abdecktest werden beide Augen abwechselnd abgedeckt ohne ein binokular nutzbares Intervall. Bei diesem Test werden latente und manifeste Abweichungen unterschiedslos gemessen [45, 65].

Durchführung

Mit einer Lichtquelle in etwa 50 cm Abstand haben wir bei allen Kindern eine orientierende Motilitätsprüfung in allen 9 Blickrichtungen durchgeführt. Auffälligkeiten wie A- oder V-Phänomen und andere Inkomitanzen, Einschränkungen und Nystagmus wurden registriert. Anschließend wurden die Kinder aufgefordert ein kleines Fixierobjekt zunächst für die Nähe, dann für die Ferne anzuschauen. Es wurde dabei der einseitiger Ab-und Aufdecktest sowie der alternierender Abdecktest durchgeführt.

2.2.2 Spezielle Methoden

2.2.2.1 Einschlusskriterien für die Zykloplegie

Eine Zykloplegie wurde bei allen 5- und 6-Jährigen sowie bei jedem 10. Kind (nach vorab durchnummerierten Untersuchungsbögen) der weiteren Altersgruppen vorgesehen und

durchgeführt. Zusätzlich wurden alle Kinder mit einem Visus $< 0,8$ auf dem besseren Auge in Zyklusplegie refraktioniert.

Alle diese Kinder wurden in der sogenannten „Zyklusplegie-Gruppe“ zusammengefügt (s.3.6.1. und 3.7.1.).

2.2.2.2 Autorefraktometer Typ Canon R 50

Allgemeines

Für die objektive Messung der Refraktion, stehen zwei Verfahren zur Verfügung: die Skiaskopie und die Refraktometrie.

Der Autorefraktometer Typ Canon R 50 wird nach dem Bildmessverfahren betrieben. Dabei werden von einer Lichtquelle ausgehenden gebündelten Lichtstrahlen, die durch eine sehr enge Blende gehen, auf der Netzhaut abgebildet. Diese Lichtstrahlen werden zurückgeworfen und verlassen das Auge auf unterschiedliche Art: bei einer Emmetropie gehen die Strahlen parallel, bei einer Hyperopie divergent und bei einer Myopie konvergent. Diese Strahlen werden weiter auf eine 6-Loch-Blende abgelenkt. Dahinter befindet sich eine Messkamera. Bei einer Emmetropie treffen diese sechs Strahlen in einem Punkt, bei Ametropie dagegen verschoben auf die Messkamera. Diese Verschiebungen werden vom internen Computer umgerechnet [41].

Der Messbereich des Canon R 50 liegt bei der Sphäre von $-30,00$ bis $+22,00$ dpt., beim Zylinder von 0 bis $\pm 10,00$ dpt., Zylinderachsen werden von 0° bis 180° angegeben. Ein Pupillendurchmesser von mindestens $2,5\text{mm}$ ist erforderlich.

Durchführung

Beide Augen jedes Probanden wurden in Miosis mit dem Autorefraktometer Typ Canon R 50 refraktometriert, Probanden der Zyklusplegie-Gruppe erneut unter Zyklusplegie. Die Meßergebnisse wurden ausgedruckt und auf den Untersuchungsbögen geklebt.

2.2.2.3 Videorefraktometer

Allgemeines

Das Prinzip der Photorefraktion beim menschlichen Auge in einer Entfernung von 1 m wurde von Howland und Howland entwickelt [30]. Dabei wird die von der Netzhaut zurückreflektierte Vergenz der Lichtstrahlen analysiert.

Der Videorefraktometer oder PowerRefractor basiert auf ein Messprinzip der exzentrischen Photorefraktion. Dieser Messverfahren erlaubt eine Refraktionsbestimmung auf Distanz, üblicherweise in 1m Entfernung. In der Kamera sind Infrarot-Leuchtdioden. Durch deren spezielle Anordnung wird ein besonderer Helligkeitsverlauf in der Pupille erzeugt. Die Steigung der Helligkeit ist direkt vom Grad des Refraktionsfehlers abhängig [2,11].

Der Patient muss während der Messung direkt in die Videokamera sehen. Das austretende Infrarotlicht wird auf der Netzhaut abgebildet und von dort reflektiert. Durch die Optik des Auges werden die reflektierten Strahlen je nach Refraktionsfehlern des Auges auf verschiedene Weise abgelenkt. Bei emmetropem Auge werden die Strahlen wieder auf die Lichtquelle fokussiert. Bei myopem Auge fokussieren die Strahlen in eine Ebene zwischen dem Auge und Kamera. Danach werden die Strahlen divergent. Bei hyperopem Auge werden die Strahlen nicht in einem Punkt fokussiert, sondern treten im breiten Bündel auf die Kamera zurück.

Die Kameraöffnung hinter der Lichtquelle ist partiell abgedeckt (schwarzer Strich vor Kamera in Abb. 2). Daraus resultieren für die Kamera, entsprechend der Refraktion, charakteristische Helligkeitsverläufe in der Pupille.

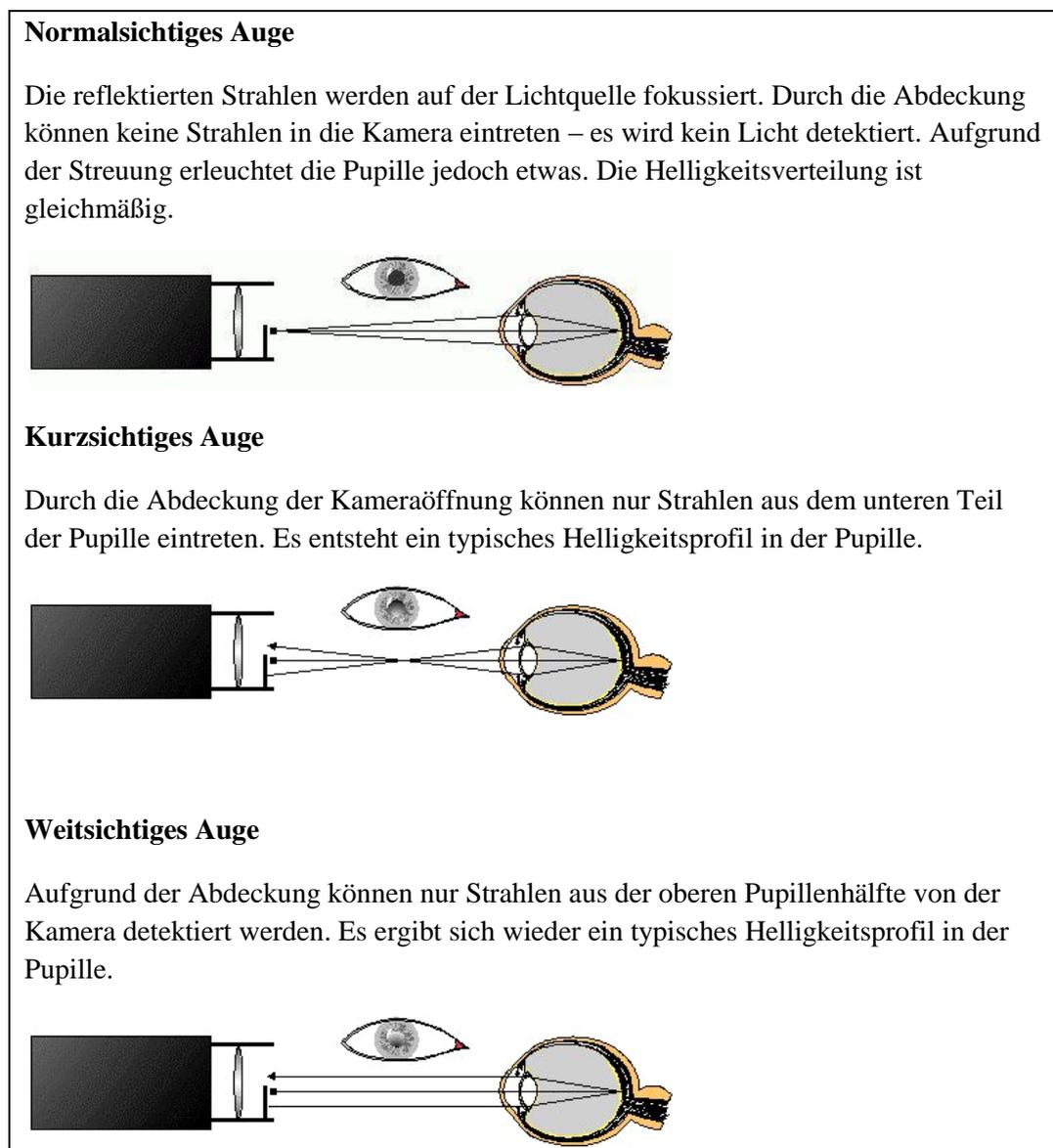


Abbildung 2: Das Messprinzip des PowerRefractors: exzentrische Photorefraktion (nach F. Schaeffel und S. Weiss; STZ Biomedizinische Optik und Funktionsprüfungen, Tübingen)

Vorteil bei der Messung mit dem Videorefraktometer ist die gleichzeitige, binokulare Messung von Refraktion, Bestimmung der Pupillengröße und Blickrichtung. Dies ist wegen eines echtzeitfähigen Bildbearbeitungssystems möglich. Außerdem ist eine Messung der Refraktion auch bei unkooperativen Patienten gut möglich. Der Messbereich ist für eine Pupillengröße von 4mm begrenzt von +5,00 bis -7,00 Dpt. Bei einer Mydriasis mit Pupillengröße 7mm verengt sich der Bereich auf +3,00 bis -4,00 Dpt. [67].

Durchführung

Die Messung erfolgte in einem abgedunkelten Raum im Abstand von einem Meter. Bei der Untersuchung von kleinen Kindern mussten wir auf eine Hilfsperson zurückgreifen, um den Kopf des Kindes ruhig zu halten. Während der Messung wurden die Qualität der Daten auf dem Monitor entweder „rot“ (schlechte Messung) oder „grün“ (gute Messung) angezeigt. Nur „grüne“ Messungen wurden bei der Datenauswertung verwendet, „rote“ notiert.

2.2.3 Untersuchungsablauf

Die Untersuchungen wurden von zwei diesbezüglich trainierten und erfahrenen Ärztinnen durchgeführt: mir (Augenärztin im 2. Jahr der Facharztausbildung), und Diana Rodriguez (Augenärztin im 3. Jahr der Facharztausbildung). Für Rückfragen bzw. Kontrollen stand die örtliche Studienleitung Andrea Molinari (Fachärztin für Augenheilkunde) zur Verfügung. Die Aufteilung für die Untersuchungen variierte nicht.

Die Untersuchung begann mit dem **HTVO-Sehtest** in einem hellen Raum. Zunächst ohne Korrektur wurde das R Auge, dann das L Auge überprüft. Bei Kindern mit einer Brille wurde der Sehtest dann ebenfalls monokular mit der vorhandenen Korrektur wiederholt. Kinder, die auf mindestens einem Auge einen unkorrigierten Visus weniger als 0,8 hatten, wurden für eine spätere Zykloplegie vorgemerkt.

Während der Visusprüfung wurde die **Kopfwangshaltung** beurteilt, danach das **Stereosehen** (Lang-Test II) geprüft, anschließend die Refraktion mit dem **Autorefraktometer** gemessen. Diese Untersuchungen wurden von der Augenärztin aus Ecuador Diana Rodriguez durchgeführt.

Alle weiteren Untersuchungen wurden in einem separaten, abgedunkelten Raum von mir vorgenommen. Zunächst wurde die Refraktion mit dem **Videorefraktometer** gemessen, anschließend die **Motilität, Stellung** (Covert-Test für Nähe und Ferne) beurteilt, schließlich der **Vorderabschnitt** untersucht.

Die Kinder der Zykloplegie-Gruppe erhielten zweimal einen Tropfen Zyklotat im Abstand von 10 Minuten. 30 Minuten nach der Applikation vom zweiten Tropfen wurden diese Kinder noch einmal mit dem Autorefraktometer refraktioniert und der Fundus mit dem Heine indirektem Kopfpophthalmoskop und mit der 20 Dpt Lupe untersucht. Alle unklaren bzw. pathologischen Netzhaut-Befunde wurden von der Studienleiterin Andrea Molinari erneut kontrolliert.

2.2.4 Schwierigkeiten bei den Untersuchungen in Ecuador

Die augenärztliche Untersuchung fand in Schulen statt. Die Hauptprobleme stellten die Räumlichkeiten und das Untersuchungsumfeld dar.

Wir haben die Kinder zum Teil in kleinen Räumen oder in großen Sälen untersucht, die Räume für die Visusprüfung waren häufig zu dunkel und für die Messung mit dem Videorefraktometer zu hell. Häufig mussten die Fenster mit Pappen oder Stoffteilen verdeckt werden.

Im kleinen Raum befanden sich manchmal große Kindergruppen, die Kinder drängelten oder sie liefen rum und spielten laut. Es wurde laut vom Kind zu Kind berichtet, was auf der Stereotestkarte zu sehen ist.

Die Lehrerinnen und Lehrer waren selten anwesend, was die Untersuchung noch schwieriger machte.

3 Ergebnisse

Die Daten für die Probanden aus Quito und Ibarra werden zunächst getrennt ausgewertet und dargestellt, um einen Vergleich beider Populationen zu ermöglichen. Es werden nur rechte Augen dafür berücksichtigt, da keine klinische Relevanz besteht das rechte mit dem linken Auge zu vergleichen.

Die Ergebnisse vom linken Auge sind im Anhang präsentiert. Aus methodischen Gründen erfordert die Statistik diese getrennte Darstellung. Für die Wertung von Visusdifferenzen zwischen dem rechten und linken Auge bzw. Amblyopieverdacht entfällt jedoch diese Trennung.

3.1 Visus

Die Sehschärfenergebnisse sind in fünf Visusgruppen eingeteilt:

- Ein Visus von 0,8 bis 1,0 wird als normal bezeichnet und in Gruppe 1 zusammengelegt;
- Sehschärfen von 0,4 bis 0,63 werden als reduziert aber noch als schulfähig bezeichnet und in Gruppe 2 zusammengelegt;
- Niedrigere Sehschärfen werden als deutlich sehbehindert bzw. ungeeignet für den Schulbereich angesehen. Für die einfachere und übersichtlichere Auswertung werden diese Visusstufen in weitere drei Gruppen unterteilt: 0,2 bis 0,32, 0,1 bis 0,16 und Low Vision.

Die Ergebnisse vom linken Auge sind im Anhang präsentiert (Tabellen 55 und 56).

3.1.1 Visus ohne Korrektur in Quito

In Quito untersuchten wir 2275 Kinder. Daten von der Visusprüfung erhoben wir bei 2273 rechten und 2272 linken Augen.

Einen Visus von 1.0 bis 0.8 auf dem rechten Auge hatten 86,49% Kinder (n=1966).

4,22% der Kinder (n=96 Kinder) hatten einen Visus der schlechter war als 0,4, also deutlich sehbehindert für den Schulbereich (Tabelle 7).

Tabelle 7: Visus ohne Korrektur, R Auge, Quito

Visusgruppen	n	%
0,8 - 1,0	1966	86,49
0,4 - 0,63	211	9,28
0,2 - 0,32	75	3,30
0,1 - 0,16	14	0,62
Low Vision	7	0,31

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchten Kindern

Die Sehschärfe beider Augen ist für die Kinder aus Quito in Tabelle 8 gezeigt. Daraus ist ersichtlich, dass zwei Kinder (0,08%) auf beiden Augen einen Visus von weniger als

0,1 (Low Vision) hatten. 1877 Kinder (82,65%) hatten auf beiden Augen eine Sehschärfe von 0,8 bis 1,0 und 57 Kinder (2,51%) hatten auf beiden Augen einen Visus von 0,32 und schlechter, damit waren sie deutlich sehbehindert für den Schulbereich. Insgesamt hatten in Quito 394 Kinder (17,35%) mindestens auf einem Auge einen Visus von 0,63 und schlechter.

170 Kinder (7,49%) zeigten eine Visusdifferenz beider Augen von zwei Visusstufen. und mehr (hellblau markierter Bereich). Eine Visusdifferenz von 2 Stufen und mehr erfüllt die Definition einer Amblyopie, wenn organischer Befund und Fehlkorrektur einer Refraktionsanomalie ausgeschlossen sind.

Tabelle 8: Visus sc R Auge gegenüber Visus sc L Auge, Quito

Visus sc, R Auge / n	Visus sc, L Auge / n												gesamt
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	
LW	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	1	7
0,1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
0,125	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
0,16	0	1	3	0	2	0	0	0	1	1	0	1	9
0,2	0	0	1	2	2	1	0	1	0	0	0	1	8
0,25	0	0	0	3	2	10	7	5	2	0	2	0	31
0,32	0	0	1	1	2	3	9	8	3	2	4	3	36
0,4	0	0	0	0	3	0	3	10	17	9	5	3	50
0,5	1	0	0	0	0	1	9	9	28	14	6	3	71
0,63	1	0	1	0	1	2	5	2	17	35	16	10	90
0,8	1	2	0	4	4	2	3	8	10	21	305	61	421
1,0	0	1	1	1	4	1	3	2	5	14	117	1394	1543
gesamt	5	6	7	12	21	21	39	45	83	97	457	1478	2271

Legende: sc= sine correctione, LW=Low Vision, n= absolute Probandenzahl;
hellblaue Markierung = Visusdifferenz zwischen beiden Augen 2 Stufen und mehr => Amblyopie-Verdacht; gelbe Markierung = gleiche Visusstufe auf beiden Augen

3.1.2 Visus ohne Korrektur in Ibarra

In Ibarra untersuchten wir 3842 Kinder. Die Datenanalyse von der Sehschärfe ohne Korrektur bezieht sich auf 3841 rechten und 3839 linken Augen.

3332 Kinder (86,75%) hatten auf dem rechten Auge ohne Korrektur einen Visus von 0,8 und besser. Bei 5 Kindern war die Sehschärfe weniger als 0,1 (Low Vision). 180 Kinder (4,69%) hatten am rechten Auge einen Visus von 0,32 und weniger und damit sehbehindert für den Schulbereich (Tabelle 9).

Tabelle 9: Visus sc R Auge, Ibarra

Visusgruppen	n	%
0,8 - 1,0	3332	86,75
0,4 - 0,63	329	8,57
0,2 - 0,32	134	3,49
0,1 - 0,16	41	1,07
Low Vision	5	0,13

Legende: sc= sine correctione, n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Ibarra untersuchten Kindern

Die Sehschärfe beider Augen ist für die Kinder aus Ibarra in Tabelle 10 gezeigt. Bei einem Kind (0,02%) war die Sehschärfe auf beiden Augen weniger als 0,1. Bei 113 Kindern (2,94%) war der Visus auf beiden Augen 0,32 und schlechter und damit waren sie sehbehindert für den Schulbereich.

3223 Kinder (83,95%) hatten auf beiden Augen eine Sehschärfe von 0,8 bis 1,0. In Ibarra waren es 616 Kinder (16,05%), die mindestens auf einem Auge einen Visus von 0,63 und schlechter hatten. Außerdem bei 231 Kindern (6,02%) besteht eine Visusdifferenz zwischen beiden Augen von zwei und mehr Visusstufen. Bei diesen Kindern besteht ein Amblyopie-Verdacht.

Tabelle 10: Visus sc R Auge gegenüber Visus sc L Auge, Ibarra

Visus sc, R Auge / n	Visus sc, L Auge / n												gesamt
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	
LW	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	5
0,1	1	4	0	0	0	1	1	0	0	2	0	1	10
0,125	0	0	3	1	2	0	1	2	0	0	0	2	11
0,16	0	1	1	5	1	5	3	0	1	0	1	2	20
0,2	0	0	1	2	7	2	2	0	2	2	0	2	20
0,25	0	0	1	2	6	14	11	5	5	5	2	3	54
0,32	1	0	0	2	2	14	13	11	8	3	5	1	60
0,4	0	2	0	1	2	4	10	14	12	6	1	1	53
0,5	0	0	1	0	4	2	7	13	29	23	13	6	98
0,63	0	1	0	2	4	2	4	5	25	74	50	11	178
0,8	1	2	0	0	2	1	2	2	10	38	276	125	459
1,0	2	1	0	4	7	3	4	3	10	15	340	2482	2871
gesamt	6	11	8	20	37	48	58	56	102	168	689	2636	3839

Legende: sc= sine correctione, LW= Low Vision, n= absolute Probandenzahl;
hellblaue Markierung = Visusdifferenz zwischen beiden Augen zwei und mehr Stufen => Amblyopie-Verdacht; gelbe Markierung = gleiche Visusstufe auf beiden Augen

3.1.3 Fazit

Die Sehschärfe bei den Kindern in Quito und Ibarra unterscheidet sich kaum. Einen Visus von 0,8 bis 1,0 beidseits haben 82,65% der Kinder aus Quito und 83,95% Kinder aus Ibarra. Deutlich sehbehindert für den Schulbereich (Visus von 0,32 und schlechter beidseits) sind 2,51% der Kinder in Quito und 2,94% der Kinder in Ibarra. Der Unterschied ist nicht statistisch signifikant (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p = 0,3568$).

Einen Visus von 0,63 und schlechter mindestens auf einem Auge haben 17,35% der Kinder in Quito und 16,05% der Kinder in Ibarra. Dies beinhaltet einseitige und beidseitige Amblyopien, organisch bedingte Visusminderungen wie auch die evtl. nicht richtig korrigierte Refraktionsanomalien.

Eine Visusdifferenz zwischen dem rechten und linken Auge von 2 und mehr Visusstufen war bei 7,49% der Kinder in Quito und 6,02% der Kinder in Ibarra zu verzeichnen. Hier besteht der Verdacht auf eine einseitige Amblyopie bei Ausschluss von Fehlkorrektur ohne Amblyopie und organisch bedingter Visusminderung eines Auges.

3.2 Brillenversorgung

Mit einer Brille bereits versorgt war eine geringe Anzahl von Kindern. Sie werden im Folgenden gesondert aufgelistet.

Alle Kinder wurden in drei Gruppen eingeteilt: Kinder die keine Brille haben, Kinder die eine Brille haben die aber nicht tragen (= „Brillenbesitzer“) und Kinder die eine Brille haben und diese tragen (= „Brillennutzer“).

3.2.1 Brillenträger in Quito

Von den 2275 untersuchten Kindern aus Quito gaben 98 der Kinder (4,31%) an eine Brille zu haben. Davon waren es 39 Mädchen (39,8 %) und 59 Jungen (60,2 %). Bei der Untersuchung hatten 31 Kinder (1,36 %) eine Brille dabei, die sogenannten Brillennutzer.

Tabelle 11 zeigt, wie viele Kinder in der jeweiligen Altersgruppe Brillennutzer bzw. Brillenbesitzer sind. Die größte Gruppe der Brillenbesitzer machen die 12- bis 15-Jährigen: 24 Kinder (4,57%), die größte Gruppe der Brillennutzer die 8- bis 11-Jährigen: 19 Kinder (1,88%).

Tabelle 11: Brillenversorgung bei Kindern in Altersgruppen, Quito

Altersgruppen/ Jahre	keine Brille		Brillennutzer		Brillenbesitzer		gesamt n
	n	%	n	%	n	%	
5-7	723	98,10	8	1,09	6	0,81	737
8-11	957	94,47	19	1,88	37	3,65	1013
12-15	497	94,67	4	0,76	24	4,57	525
gesamt	2177	95,69	31	1,36	67	2,95	2275

Legende: keine Brille = Probanden die keine Brille haben, Brillennutzer = Probanden, die eine Brille haben und diese auch tragen, Brillenbesitzer = Probanden, die eine Brille haben die aber nicht tragen, n= absolute Probandenzahl, %= Anteil von der jeweiligen Altersgruppe

Bei den 31 Brillennutzern wurde der Visus zuerst ohne, dann mit der eigenen Korrektur geprüft. Die Gegenüberstellung der Visuswerte auf dem rechten Auge einmal ohne und einmal mit Korrektur zeigt die Tabelle 12 und auf dem linken Auge die Tabelle 13.

Visus mit getragener Brille:

- wurde gebessert am rechten Auge bei 25 Kindern, am linken Auge bei 25 Kindern
- ist gleichgeblieben am rechten Auge bei 6 Kindern, am linken Auge bei 6 Kindern
- wurde bei keinem Kind verschlechtert
- wurde subnormal verbessert (d.h. auf 0,63 und weniger) auf dem rechten Auge bei 14 Kindern und auf dem linken Auge bei 15 Kindern.

Tabelle 12: Visus ohne Korrektur gegenübergestellt dem Visus mit getragener Korrektur am rechten Auge bei Brillennutzern, Quito

Visus sc, R Auge / n	Visus mit getragener Korrektur, R Auge / n												
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	gesamt
LW	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
0,25	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	2	0	8
0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	6
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
gesamt	1	0	0	0	0	0	1	1	7	4	9	8	31

Legende: sc = sine correctione, LW= Low Vision, n= absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = gleiche Visusstufe ohne und mit Korrektur

Tabelle 13: Visus ohne Korrektur gegenübergestellt dem Visus mit getragener Korrektur am linken Auge bei Brillennutzern, Quito

Visus sc, L Auge / n	Visus mit getragener Korrektur, L Auge / n												
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	gesamt
LW	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
0,16	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
0,25	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4
0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
0,4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	4
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	7
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
gesamt	2	0	0	1	0	0	1	2	2	7	9	7	31

Legende: sc = sine correctione, LW= Low Vision, n= absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = gleiche Visusstufe ohne und mit Korrektur

In der Tabelle 14 wird die Sehschärfe für beide Augen bei den 67 Brillenbesitzern dargestellt. Unsere Frage war: Ist die Sehschärfe ohne Korrektur auf dem besseren Auge ausreichend, so dass auf eine Brille verzichtet wurde?

Von den 67 Brillenbesitzern hatten 18 Kinder (0,79 % von 2275 untersuchten Kindern in Quito) auf beiden Augen einen Visus von 0,8 bzw. 1,0 und 11 Kinder hatten auf dem besseren Auge einen Visus von 0,8 bzw. 1,0. Bei 12 Kindern (0,53%) betrug die Sehschärfe beidseits 0,32 und weniger.

Tabelle 14: Visus ohne Korrektur am rechten Auge gegenübergestellt dem Visus ohne Korrektur am linken Auge bei Brillenbesitzer, Quito

Visus sc, R Auge / n	Visus sc, L Auge / n												gesamt
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	
LW	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,16	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
0,2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0,25	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	5
0,32	0	0	1	1	0	0	2	2	0	0	0	0	6
0,4	0	0	0	0	2	0	1	2	2	1	0	1	9
0,5	0	0	0	0	0	0	4	2	3	0	0	0	9
0,63	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	7
0,8	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	6	1	10
1,0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	1	10	16
gesamt	0	1	3	2	6	1	11	9	10	3	8	13	67

Legende: sc = sine correctione, LW=Low Vision, n= absolute Probandenzahl;
 hellblaue Markierung = beidseits Visus 0,32 und schlechter bzw. sehbehindert
 hellrote Markierung = Visus auf dem besseren Auge 0,8-1,0
 dunkelrote Markierung = Visus beidseits 0,8-1,0
 gelbe Markierung = gleiche Visusstufe auf beiden Augen

3.2.2 Brillenträger in Ibarra

Von den 3842 untersuchten Kinder in Ibarra haben 101 Kinder (2,63%) angegeben eine Brille zu haben. Davon waren 45,54 % Mädchen und 54,46 % Jungen. Insgesamt waren 59 Kinder (1,54 %) Brillennutzer (Tabelle 15). Die größte Gruppe der Brillenbesitzer machen die 12- bis 15-Jährigen: 14 Kinder (2,95%), die größte Gruppe der Brillennutzer dagegen die 8- bis 11-Jährigen: 47 Kinder (2,35%).

Tabelle 15: Brillenversorgung bei Kindern in Altersgruppen, Ibarra

Altersgruppen / Jahre	keine Brille		Brillennutzer		Brillenbesitzer		gesamt
	n	%	n	%	n	%	n
5-7	1357	99,05	3	0,22	10	0,73	1370
8-11	1933	96,75	47	2,35	18	0,90	1998
12-15	451	95,15	9	1,90	14	2,95	474
gesamt	3741	97,37	59	1,54	42	1,09	3842

Legende: keine Brille = Probanden die keine Brille haben, Brillennutzer = Probanden, die eine Brille haben und diese auch tragen, Brillenbesitzer = Probanden, die eine Brille haben die aber nicht tragen, n= absolute Probandenzahl, %= Anteil von der jeweiligen Altersgruppe

Die Sehschärfe auf dem rechten und linken Auge ohne und mit getragener Korrektur zeigt in Gegenüberstellung folgendes: der Visus mit getragener Brille:

- wurde gebessert am rechten Auge bei 51 Kindern, am linken Auge bei 48 Kindern

- ist gleichgeblieben am rechten Auge bei 8 Kindern, am linken Auge bei 11 Kindern
- wurde bei keinem Kind verschlechtert
- wurde subnormal verbessert (d.h. auf 0,63 und weniger) auf dem rechten Auge bei 32 Kindern und auf dem linken Auge bei 36 Kindern (Tabellen 16 und 17).

Tabelle 16: Visus ohne Korrektur gegenübergestellt dem Visus mit getragener Korrektur am rechten Auge bei Brillennutzern, Ibarra

Visus sc, R Auge / n	Visus mit getragener Korrektur, R Auge / n												gesamt
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	
LW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	4
0,125	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	4
0,16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
0,2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	4
0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	5
0,32	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4	4	0	11
0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	6
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	10
0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
gesamt	0	0	0	1	1	1	3	4	12	10	12	15	59

Legende: sc = sine correctione, LW= Low Vision, n= absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = gleiche Visusstufe ohne und mit Korrektur

Tabelle 17: Visus ohne Korrektur gegenübergestellt dem Visus mit getragener Korrektur am linken Auge bei Brillennutzern, Ibarra

Visus sc, L Auge / n	Visus mit getragener Korrektur, L Auge / n												gesamt
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	
LW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0,1	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4
0,125	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
0,16	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
0,2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	0	4
0,25	0	0	0	0	0	0	0	2	1	7	2	1	13
0,32	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3
0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	5
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	1	3	11
0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
gesamt	0	2	0	0	1	2	2	2	11	16	11	12	59

Legende: sc = sine correctione, LW= Low Vision, n= absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = gleiche Visusstufe ohne und mit Korrektur

42 Kinder aus Ibarra waren Brillenbesitzer. Die Tabelle 18 zeigt gleichzeitig die Sehschärfe von beiden Augen bei diesen Kindern. Da ein Kind in Ibarra am linken Auge eine Prothese hat, gibt es Befunde von 41 Kindern (s. 3.1.4.). Dieses Kind hatte am rechten Auge ohne Korrektur einen Visus von 1,0.

Insgesamt 19 Brillenbesitzer (0,49 % von 3842 in Ibarra untersuchten Kindern) hatten auf beiden Augen einen Visus von 0,8 bis 1,0 und 6 Kinder (0,16%) hatten auf dem besseren Auge einen Visus von 0,8 bzw. 1,0. Bei 4 Kindern (0,10%) betrug der Visus beidseits 0,32 und schlechter. Die Letzteren sind als sehbehindert einzustufen.

Tabelle 18: Visus ohne Korrektur am rechten Auge gegenübergestellt dem Visus ohne Korrektur am linken Auge bei Brillenbesitzer, Ibarra

Visus sc, R Auge/ n	Visus sc, L Auge / n												gesamt	
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0		
LW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,16	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0,25	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0,32	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	5
0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0,5	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	4
0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	6
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	5
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	12	0	16
gesamt	0	0	0	1	1	1	3	2	4	6	8	15	0	41

Legende: sc = sine correctione, LW=Low Vision, n= absolute Probandenzahl;
hellblaue Markierung = beidseits Visus 0,32 und schlechter bzw. sehbehindert
hellrote Markierung = Visus auf dem besseren Auge 0,8-1,0
dunkelrote Markierung = Visus beidseits 0,8-1,0
gelbe Markierung = gleiche Visusstufe auf beiden Augen

3.2.3 Fazit

Brillenbesitzer

Knapp 3% (2,95%) der Kinder in Quito und 1,09% in Ibarra sind Brillenbesitzer. In beiden Städten lag der größte Anteil der Brillenbesitzer bei den 12- bis 15-Jährigen: 4,47 % in Quito und 2,95% in Ibarra.

Der Visus bei den Brillenbesitzern in Quito war schlechter als in Ibarra: 56,72% der Brillenbesitzer in Quito und 40,48% in Ibarra hatten auf dem besseren Auge einen Visus von 0,63 und weniger.

Brillennutzer

In beiden Städten wird die Brille von etwa einem Prozent der Kinder benutzt: in Quito 1,36% und in Ibarra 1,54%. In der Hauptstadt Quito tragen die älteren Kinder (12- bis 15-Jährigen) am wenigsten die Brille: 0,76% und in Ibarra die jüngsten Kinder (5- bis 7-Jährigen): 0,22%.

3.3 Langtest II

Viele Kinder haben trotz der guten Sehschärfe den Lang-Test nicht erkannt. Außerdem sehen Patienten mit partiellem Stereosehen Objekte mit größerer Querdissparation z.B. das Auto beim Langtest II (s. o. Langtest) leichter, als andere Testfiguren. In unserer Studie zeigen die Daten eher das Gegenteil. Aus diesem Grund haben wir die Daten über den Lang-Test besonders ausführlich dargestellt.

3.3.1 Langtest II in Quito

Von den 2275 in Quito untersuchten Kindern haben 2017 (88,66 %) Kinder den Langtest II vollständig erkannt, das heißt sie haben alle drei Testbilder (Mond, Elefant und Auto) erkannt. 9,98 % aller Kinder haben von den drei dargebotenen Abbildungen nur eine oder zwei Abbildungen erkannt. Insgesamt 1,36 % der untersuchten Kinder haben keines der Objekte im Langtest II erkannt (Tabelle 19).

Tabelle 19: Ergebnisse des Langtest II, Quito

Langtest II	n	%
Alle Testbilder erkannt	2017	88,66
Einzelne Testbilder nicht erkannt	227	9,98
Keins der Testbilder erkannt	31	1,36

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchten Kindern

Um eine eventuelle Objektbevorzugung bzw. –Abhängigkeit herauszufinden, haben wir die Untersuchungsergebnisse für die einzelnen Objekte separat aufgeführt.

Die am besten erkannte Testfigur war der Mond (200``): 98,29 % aller Kinder haben diese Figur erkannt. Am wenigsten erkannte Figur war der Elefant (400``): 91,91 % positiv (Tabelle 20).

Tabelle 20: Ergebnisse des Langtests II, aufgeteilt in einzelne Testbilder, Quito

	Langtest II					
	Mond (200``)		Elefant (400``)		Auto (600``)	
	n	%	n	%	n	%
gesehen	2236	98,29	2091	91,91	2112	92,84
nicht gesehen	39	1,71	184	8,09	163	7,16

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchten Kindern

31 Kinder haben beim Langtest keines der drei Testbilder erkannt. Ein Kind hatte am rechten Auge eine Prothese. Wegen einer Stereoamaurose für Random-Dot Teste wurde es bei den in diesem Abschnitt folgenden Analysen nicht einbezogen.

Bei den restlichen 30 Kindern haben wir die Ergebnisse von der Sehschärfeprüfung auf dem rechten und linken Auge gegenübergestellt. Damit ist es möglich gleichzeitig zu sehen, welchen Visus diese Kinder auf beiden Augen haben.

15 von diesen 30 Kindern haben auf beiden Augen einen Visus von mindestens 0,8. Fünf Kinder hatten auf beiden Augen einen Visus von 0,32 und schlechter. 13 Kinder hatten eine seitendifferente Sehschärfe. Bei diesen Kindern besteht ein Verdacht auf Amblyopie oder andere einseitige Visusminderung mit Verlust der Stereopsis (Tabelle 21).

Tabelle 21: Visus sc am rechten Auge gegenübergestellt Visus sc am linken bei Kindern, die keins der Langtest II-Testbilder erkannt haben, Quito

Visus sc, R Auge / n	Visus sc L Auge / n												
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	gesamt
LW	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,125	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
0,32	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0,5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
0,63	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	6
1,0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	8	11
gesamt	3	1	0	1	1	0	2	1	2	1	9	9	30

Legende: sc = sine correctione, LW = Low Vision, n = absolute Probandenzahl,
hellblaue Markierung = Visus beidseits 0,32 und schlechter, bzw. deutlich sehbehindert,
gelbe Markierung = gleiche Visusstufe beidseits

15 Kinder (0,66 %) in Quito haben einen manifesten Strabismus, und zwei Kinder (0,09 %) ein Retraktionssyndrom.

Neun von diesen 17 Kindern (52,94 %) haben bei dem Langtest keins der Testbilder erkannt. Fünf Kinder (29,41 %) haben einzelne Testbilder nicht erkannt und drei Kinder (17,65 %) haben angegeben alle Testbilder zu sehen.

Von den fünf Kindern die nur einzelne Testbilder gesehen haben, haben alle fünf den Mond (200``) erkannt, keins der Kinder hat den Elefant (400``) erkannt und ein Kind hat das Auto (600``) erkannt.

3.3.2 Langtest II in Ibarra

In Ibarra haben 92,76 % von allen 3842 untersuchten Kindern beim Langtest alle drei Testbilder erkannt. 15 Kinder (0,39 %) haben keins der Objekte gesehen und 263 Kinder (6,85 %) haben nur eins oder zwei der Testbilder erkannt (Tabelle 22).

Tabelle 22: : Ergebnisse des Langtest II, Ibarra

Langtest II	n	%
Alle Testbilder erkannt	3564	92,76
Einzelne Testbilder nicht erkannt	263	6,85
Keins der Testbilder erkannt	15	0,39

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Ibarra untersuchten Kindern

Die am besten erkannte Testfigur war der Mond (200``): 99,35 % aller untersuchten Kindern haben den erkannt. Am wenigsten erkannte Testfigur war der Elefant (400``): 95,60% positiv (Tabelle 23).

Tabelle 23: Ergebnisse des Langtests II, aufgeteilt in einzelne Testbilder, Ibarra

	Langtest II					
	Mond (200'')		Elefant (400'')		Auto (600'')	
	n	%	n	%	n	%
gesehen	3817	99,35	3673	95,60	3676	95,68
nicht gesehen	25	0,65	169	4,40	166	4,32

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Ibarra untersuchten Kindern

In Ibarra haben 15 Kinder (0,39 %) keins der Testbilder erkannt. In der Tabelle 24 sind die Ergebnisse von der Sehschärfenprüfung ohne Korrektur auf dem rechten Auge den Ergebnissen vom linken Auge gegenübergestellt. 6 Kinder hatten auf beiden Augen einen Visus von mindestens 0,8 und nur ein Kind hatte auf beiden Augen einen Visus von 0,32 und weniger. 10 Kinder wiesen eine seitendifferente Sehschärfe auf. Bei denen besteht der Verdacht auf eine Amblyopie oder eine andere einseitige Visusminderung mit Verlust der Stereopsis.

Tabelle 24: Visus sc am rechten Auge gegenübergestellt Visus sc am linken bei Kindern, die keins der Langtest II-Testbilder erkannt haben, Ibarra

Visus sc, R Auge / n	Visus sc, L Auge / n												
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	gesamt
LW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0,32	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0,4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,63	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
0,8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
1,0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	6
gesamt	1	1	0	1	0	2	1	1	1	1	3	3	15

Legende: sc = sine correctione, LW = Low Vision, n = absolute Probandenzahl, hellblaue Markierung = Visus beidseits 0,32 und schlechter, bzw. deutlich sehbehindert, gelbe Markierung = gleiche Visusstufe beidseits

32 Kindern (0,83%) in Ibarra wurden Stellungsabweichungen und Motilitätsstörungen registriert (manifestes Strabismus bzw. Trochlearisparese bzw. Retraktionssyndrom). Von diesen 32 Kindern haben 10 Kinder alle Testbilder erkannt, 16 Kinder nur einzelne und sechs Kinder keins der Testbilder. Unter den einzeln erkannten Bildern war der Mond der meist erkannte Testbild: positiv bei allen. Den Elefanten und das Auto haben jeweils 12 Kinder erkannt.

3.3.3 Fazit

88,66% der Probanden in Quito und 92,76% der Probanden in Ibarra waren im Langtest II unauffällig. Die partiell positiven zeigten eine Erkennungshäufigkeit für das kleinste und am geringsten querdysparate Objekt Mond (200''): 98,29 % der Probanden in Quito und 99,35% der Probanden in Ibarra haben den Objekt erkannt. Am wenigsten wurde der Elefant mit mittlerer Querdysparation (400'') erkannt: 91,91% bzw. 95,60% der Probanden in Quito bzw. Ibarra. Stellungsabweichungen und Motilitätsstörungen koinzidieren etwa zur Hälfte mit auffälligem Stereobefinden. Wesentliche Unterschiede zwischen Quito und Ibarra bestehen nicht.

3.4 Pathologische Augenbefunde außer Brechungsfehlern

3.4.1 Pathologische Augenbefunde in Quito

3.4.1.1 Kopfwangshaltung

Bei zwei Kindern aus Quito (0,09%) fiel eine pathologische Kopfhaltung auf.

Bei einem Kind (männlich, 10 Jahre) diagnostizierten wir ein Retraktionssyndrom. Das Kind hatte eine entsprechende Kopfdrehung. Die Sehschärfe betrug bds. 1,0. Der Stereotest (Langtest II: 400' und 600' erkannte er nicht) war negativ.

Ein anderes Kind (weiblich, 10 Jahre) hatte ebenfalls eine Kopfdrehung. Der Visus ohne Korrektur betrug bds. 0,5, der Langtest II war negativ. Bei ihm stellten wir folgende Diagnosen fest: Myopie, Astigmatismus, Esotropie.

3.4.1.2 Motilität

Bei 58 Kindern (2,55%) fanden wir mindestens eine der Motilitätsstörungen. Die Augenbewegungsstörungen wurden wie folgt unterteilt:

1. Heterotropien bzw. manifester Strabismus (ohne weitere Einteilung)
2. Heterophorien bzw. latenter Strabismus (ohne weitere Einteilung)
3. Dysfunktion des M. obliquus superior
4. Brown Syndrom
5. Retraktionssyndrom
6. Nystagmus (alle Nystagmusformen)
7. andere Motilitätsstörungen (z. B. Sursoadduktion, Deorsoadduktion)

8. V-Syndrom als gesonderte Form der Motilitätsstörungen^D.

3.4.1.3 Hirschberg-Test und Covert-Test

Bei 17 Kindern (0,75%) fanden wir einen pathologischen Hirschberg-Test.
120 Kinder (5,28%) hatten für die Nähe einen pathologischen Cover-Test und 32 Kinder (1,41%) für die Ferne (Tropien und Phorien wurden zusammengefasst).

3.4.1.4 Diagnosen außer Brechungsfehlern

Bei der Untersuchung des Vorderabschnittes stellten wir bei 539 Kindern (23,69%) in Quito eine Blepharitis fest und bei 9 Kindern (0,4%) einen Pterygium (Tabelle 25).

^D Bei auffallend vielen Kindern wurde eine mittlere bis leichte Über- oder Unterfunktion des M. obliquus inferior bzw. superior verzeichnet, ohne weitere Augenbewegungsstörungen. Ebenfalls häufig war eine Motilitätsstörung in Form eines V-Syndroms zu diagnostizieren. Diese Probanden wurden erneut durch die Fachärztin Andrea Molinari (verantwortliche Ärztin des Projektes in Quito) untersucht. Daraufhin wurde beschlossen diese Fälle gesondert darzustellen.

Tabelle 25: Pathologische Augenbefunde außer Refraktionsfehler, Quito

Diagnosen	n	%
Blepharitis	539	23,69
Konjunktivitis	55	2,42
Pterygium	9	0,40
Hordeolum	6	0,26
Hornhautnarben	12	0,53
Ptosis	9	0,40
Heterotropien	12	0,53
Heterophorie	100	4,40
Andere Motilitätsstörungen	5	0,22
V-Symptom	38	1,67
Retraktionssyndrom	2	0,09
Brown Syndrom	2	0,09
Nystagmus	1	0,04
Pseudophakie nach traumatischen Katarakt	3	0,13
Retinopathie (Salz und Pfeffer-Fundus)	*1	*0,16
Toxoplasmose	*1	*0,16
Iriskolobom	2	0,09
Fistel der TW	1	0,04
NH-Kolobom	*1	*0,16
Verlust des Auges	1	0,04

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchten Kindern, *= Probandenzahl und % beziehen sich nur auf die 635 unter Zykloplegie untersuchten Kinder in Quito. Somit sind bei den Kindern, die keine Zykloplegie bekommen haben nicht visus-relevante Pathologien der Hinterabschnitte u.U. nicht vollständig erfasst.

Die Diagnosen in verschiedenen Altersgruppen verteilen sich wie folgt:

- Einen Blepharitis fanden wir am häufigsten bei den 5- bis 7-Jährigen: 27,95% (n = 206).
- Ein Pterygium diagnostizierten wir am häufigsten bei 12- bis 15-Jährigen: 1,33% (n=7).
- Eine Pseudophakie nach einer traumatischen Katarakt hatte jeweils ein Kind in jeder Altersgruppe (Tabelle 26).

Tabelle 26: Pathologische Augenbefunde außer Refraktionsfehlern in verschiedenen Altersgruppen, Quito

Diagnosen	Altersgruppen / Jahre					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
Blepharitis	206	27,95	230	22,70	103	19,62
Konjunktivitis	10	1,36	22	2,17	23	4,38
Pterygium	2	0,27	0	0	7	1,33
Hordeolum	1	0,14	2	0,20	3	0,57
Hornhautnarben	2	0,27	7	0,69	3	0,57
Ptosis	3	0,41	1	0,10	5	0,95
Heterotropien	5	0,68	6	0,59	1	0,19
Heterophorie	17	2,31	49	4,84	34	6,48
Andere Motilitätsstörungen	3	0,41	1	0,10	1	0,19
V-Symptom	11	1,49	17	1,68	10	1,90
Retraktionssyndrom	1	0,14	1	0,10	0	0
Brown Syndrom	2	0,27	0	0	0	0
Nystagmus	0	0	0	0	1	0,19
Pseudophakie nach traum. Katarakt	1	0,14	1	0,10	1	0,19
NH-Kolobom	*1	*0,21	*0	*0	*0	*0
Iriskolobom	1	0,14	1	0,14	0	0
Retinopathie (Salz und Pfeffer-Fundus)	*1	*0,21	*0	*0	*0	*0
Toxoplasmose	*0	*0	*0	*0	*1	*1,85
Fistel der TW	0	0	0	0	1	0,14
Verlust des Auges	0	0	0	0	1	0,19

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil der jeweiligen Altersgruppe, *= Probandenzahl und % beziehen sich nur auf die jeweilige Altersgruppe der insgesamt 635 unter Zykloplegie untersuchten Kinder. Somit sind bei den Kindern, die keine Zykloplegie bekommen haben nicht visus-relevante Pathologien der Hinterabschnitte u.U. nicht vollständig erfasst.

3.4.2 Pathologische Augenbefunde in Ibarra

3.4.2.1 Kopfwangshaltung

In Ibarra stellten wir bei drei Kindern (0,08%) eine pathologische Kopfhaltung fest.

Ein Kind (weiblich, 9 Jahre alt) hatte ein Retraktionssyndrom. Der Visus war bds. 1,0. Der Langtest II war negativ.

Bei einem Kind (männlich, 11 Jahre) diagnostizierten wir eine Trochlearis Parese mit einer Kopfneigung und Kopfsenkung. Der Visus war bds. 1,0, der Langtest II war negativ. Das dritte Kind (männlich, 9 Jahre) hatte einen Nystagmus. Visus betrug bds. 0,4, der Langtest II war partiell positiv (erkannte den Elefanten 400` nicht).

3.4.2.2 Motilität, Hirschberg-Test und Cover-Test

In Ibarra verzeichneten wir bei 78 Kindern (2,03%) eine auffällige Motilität.

Stellungsabweichungen in Primärposition (Hirschberg-Test) stellten wir bei 24 Kinder (0,62%) fest.

Der Cover-Test für war bei 36 Kindern (0,94%) die Ferne und bei 209 Kindern (5,44%) für die Nähe pathologisch.

3.4.2.3 Diagnosen außer Brechungsfehlern

Bei Kindern aus Ibarra stellten wir in 1041 Fällen (27,10%) eine Blepharitis fest. Bei 10 Kindern (0,26%) diagnostizierten wir ein Pterygium und 10 Kinder (0,26%) hatten ein Gerstenkorn (Tabelle 27).

Tabelle 27: Pathologische Augenbefunde außer Refraktionsfehler, Ibarra

Diagnosen	n	%
Blepharitis	1041	27,10
Konjunktivitis	201	5,23
Pterygium	10	0,26
Hordeolum	10	0,26
Hornhautnarben	21	0,55
Heterophorie	175	4,55
Heterotropien	29	0,75
V-Symptom	45	1,17
Brown Syndrom	1	0,03
Nystagmus	4	0,10
Retraktionssyndrom	1	0,03
Trochlearis Parese	2	0,05
andere Motilitätsstörungen	6	0,16
N. Facialis Parese	1	0,03
Ptosis	7	0,18
Pseudophakie bei kongenitalem Katarakt	2	0,05
Papillenanomalie	*2	*0,17
Toxoplasmose	*2	*0,17
Down Syndrom	1	0,03
Z.n.Rißwunde am Lid	1	0,03
Verlust des Auges	1	0,03

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchten Kindern, * = Probandenzahl und % beziehen sich nur auf die 635 unter Zykloplegie untersuchten Kinder in Quito. Somit sind bei den Kindern, die keine Zykloplegie bekommen haben nicht visus-relevante Pathologien der Hinterabschnitte u.U. nicht vollständig erfasst.

Bezogen auf die Altersgruppen ergibt sich folgendes Bild (die Prozentangaben beziehen sich auf die jeweilige Altersgruppe):

- Am häufigsten wurde eine Blepharitis in der 8- bis 11-Jährigen Gruppe diagnostiziert: bei 28,68% (n = 573).
- Ein Pterygium wurde am häufigsten bei den 12- bis 15-Jährigen festgestellt: 0,63% (n = 3) (Tabelle 28).

Tabelle 28: Pathologische Augenbefunde außer Refraktionsfehlern in verschiedenen Altersgruppen, Ibarra

Diagnosen	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
Blepharitis	390	28,47	573	28,68	78	16,46
Konjunktivitis	45	3,28	122	6,11	34	7,17
Pterygium	1	0,07	6	0,30	3	0,63
Hornhautnarben	6	0,44	13	0,65	2	0,42
Hordeolum	3	0,22	3	0,15	4	0,84
Heterophorie	43	3,14	111	5,56	21	4,43
Heterotropien	9	0,66	14	0,70	6	1,27
V-Symptom	13	0,95	25	1,25	7	1,48
andere Motilitätsstörungen	1	0,07	2	0,10	3	0,63
Trochlearis Parese	0	0	2	0,10	0	0
Brown Syndrom	1	0,07	0	0	0	0
Nystagmus	2	0,15	2	0,10	0	0
Retraktionssyndrom	0	0	1	0,05	0	0
N. Facialis Parese	1	0,07	0	0	0	0
Ptosis	1	0,07	6	0,30	0	0
Pseudophakie bei kongenitaler Katarakt	1	0,07	1	0,05	0	0
Toxoplasmose	*0	*0	*1	*0,50	*1	*2,08
Papillenomalie	*1	*0,11	*0	*0	*1	*2,08
Down Syndrom	1	0,07	0	0	0	0
Z. n. Rißwunde am Lid	0	0	1	0,05	0	0
Verlust des Auges	0	0	1	0,05	0	0

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil der jeweiligen Altersgruppe, * = Probandenzahl und % beziehen sich nur auf die jeweilige Altersgruppe der insgesamt 635 unter Zykloplegie untersuchten Kinder. Somit sind bei den Kindern, die keine Zykloplegie bekommen haben nicht visus-relevante Pathologien der Hinterabschnitte u.U. nicht vollständig erfasst.

3.4.3 Fazit

Es wurde ein deutlicher Anteil an Blepharitis und Konjunktivitis festgestellt. Die Häufigkeit der Blepharitis nimmt mit dem Alter in beiden Städten ab. Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied in der Häufigkeit von Blepharitis zwischen Quito und Ibarra: 23,69% bzw. 27,10% (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p = 0,003$). Eine Klärung im Rahmen der Studie wurde nicht vorgenommen.

3.5 Refraktion ohne Zykloplegie

Ausgehend von der Situation, dass wir eine Screeninguntersuchung bei einer großen Anzahl von Kindern durchführen wollten mit Anwendung von zwei Refraktometern (Autorefraktometer Canon R50 und Videorefraktometer), wird bewusst die Refraktion **ohne** Zykloplegie und somit aller Probanden analysiert. Diesbezügliche Vorbehalte und Einwände werden später detailliert erarbeitet und diskutiert.

Der sphärischer Wert wurde als größter hyperoper Hauptschnitt festgelegt, Zylinder als „-“, Zylinder. Die Achsenlage beim Zylinder wurde nach TABO-Schema in vertikale Achse (75° bis 105°), horizontale Achse (0° bis 15° und 165° bis 180°) und schräge Achse (16° bis 74° und 106° bis 164°) eingeteilt (Abbildung 3).

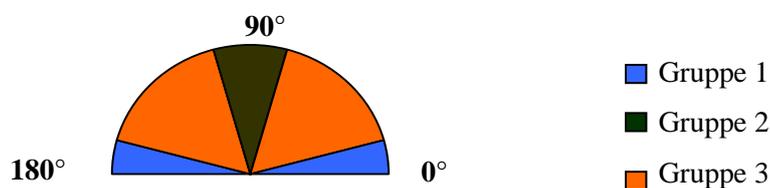


Abbildung 3: Einteilung der Zylinderachse nach TABO-Schema; Gruppe 1 = 0° bis 15° und 165° bis 180°, Gruppe 2 = 75° bis 105°, Gruppe 3 = 16° bis 74° und 106° bis 164°

In dieser Studie definierte Brechungsfehler (wegen der besseren Übersicht, ist die Höhe des sphärischen Wertes in der Tabelle 29 in verschiedenen Farben markiert):

sphärische Komponente:

- +3,25 bis +12,00 Dpt → deutliche Hyperopie (dunkelgrün)
- +1,25 bis +3,00 Dpt → geringe Hyperopie (hellgrün)
- 0,00 bis +1,00 Dpt → Emmetropie
- -0,25 bis -1,00 Dpt → geringe Myopie (hellrosa)
- -1,25 bis -3,00 Dpt → deutliche Myopie (dunkelrosa)
- -3,25 bis -12,00 Dpt → hohe Myopie (dunkelrot)

Zylinder Komponente:

- 0,00 bis -0,50 Dpt → kein Astigmatismus
- -0,75 bis -1,00 Dpt → geringer Astigmatismus
- -1,25 und weniger → hoher Astigmatismus

Anisometropie:

- 0,00 → keine Anisometropie
- 1,00 Dpt und weniger → geringe Anisometropie (Sphäre und Zylinder)
- 1,25 Dpt und mehr → hohe Anisometropie (Sphäre und Zylinder).

Alle Werte der linken Augen sind im Anhang dargestellt (s. Tabellen 57 bis 70).

3.5.1 Refraktion in Quito

3.5.1.1 Sphärische Anteile der Refraktion

Mehrheitlich findet sich in jeder Altersgruppe eine Emmetropie, die im Verhältnis etwas geringer bei den älteren Gruppen zu verzeichnen ist:

70,92% der 5-bis 7-Jährigen, 69,50% der 8- bis 11-Jährigen und 61,83% der 12- bis 15-Jährigen.

Während die jüngste Altersgruppe am zweithäufigsten eine Hyperopie aufweist, zeigen die beiden älteren zu 17,47% bzw. 27,10% eine Myopie (Tabelle 29).

Tabelle 29: Sphärische Werte vom rechte Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Quito

Sphäre, R Auge/ Dioptrien	Altersgruppen (Jahre)						
	5 – 7		8 – 11		12 – 15		
	n	%	n	%	n	%	
+7,25 bis +12,00	1	0,14	1	0,10	0	0	Deutliche Hyperopie
+5,25 bis +7,00	7	0,95	1	0,10	4	0,76	
+3,25 bis +5,00	15	2,04	16	1,58	8	1,53	Geringe Hyperopie
+2,25 bis +3,00	22	2,99	15	1,48	7	1,34	
+1,25 bis +2,00	87	11,82	73	7,21	21	4,01	Emmetropie
0,00 bis +1,00	522	70,92	704	69,50	324	61,83	
-0,25 bis -1,00	73	9,92	177	17,47	142	27,10	Geringe Myopie
-1,25 bis -2,00	6	0,82	16	1,58	10	1,91	Deutliche Myopie
-2,25 bis -3,00	2	0,27	3	0,30	4	0,76	
-3,25 bis -5,00	1	0,14	3	0,30	2	0,38	Hohe Myopie
-5,25 bis -7,00	0	0	3	0,30	1	0,19	
-7,25 bis -12,00	0	0	1	0,10	1	0,19	

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe, dunkelgrüne Markierung = deutliche Hyperopie, hellgrüne Markierung = geringe Hyperopie, hell rosa Markierung = geringe Myopie, dunkelrosa Markierung = deutliche Myopie, dunkelrote Markierung = hohe Myopie

3.5.1.2 Zylindrische Anteile der Refraktion

Keinen wesentlichen Zylinderwert (bis -0,50 Dpt) zeigte die Mehrheit der Probanden: 57,88% der 5- bis 7-Jährigen, 69,10% der 8- bis 11-Jährigen und 69,66% der 12- bis 15-Jährigen.

Am zweithäufigsten wurde in jeder Altersgruppe ein geringer Zylinderwert von -0,75 bis -1,00 Dpt gemessen: bei 24,32% der 5- bis 7-Jährigen, bei 17,47% der 8- bis 11-Jährigen und bei 18,89% der 12- bis 15-Jährigen (Tabelle 30).

Tabelle 30: Zylinderwerte vom rechte Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Quito

Zylinder, R Auge (Dioptrien)	Altersgruppen (Jahre)					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	426	57,88	700	69,10	365	69,66
-0,75 bis -1,00	179	24,32	177	17,47	99	18,89
-1,25 bis -2,00	73	9,92	73	7,21	26	4,96
-2,25 bis -3,00	30	4,08	16	1,58	14	2,67
-3,25 bis -5,00	25	3,40	37	3,65	14	2,67
-5,25 bis -7,00	3	0,41	10	0,99	5	0,95
-7,25 bis -9,00	0	0	0	0	1	0,19

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe

Die häufigste Achsenlage ist die horizontale Achse: insgesamt bei 69,51% aller Kinder in Quito. Am seltensten ist eine vertikale Achse: insgesamt bei 4,05 % aller Kinder (Tabelle 31).

Tabelle 31: Zylinderachse gegenüber dem Zylinderwert, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, R Auge, Quito

Zylinder R Auge (Dioptrien)	0° - 15° & 165° - 180°		75° - 105°		16° - 74° & 106° - 164°	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	952	41,88	83	3,65	456	20,06
-0,75 bis -1,00	360	15,84	9	0,40	86	3,78
-1,25 bis -2,00	136	5,98	0	0	36	1,58
-2,25 bis -3,00	49	2,16	0	0	11	0,48
-3,25 bis -5,00	66	2,90	0	0	10	0,44
-5,25 bis -7,00	16	0,70	0	0	2	0,09
-7,25 bis -9,00	1	0,04	0	0	0	0
Gesamt	1580	69,51	92	4,05	601	26,44

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchen Kindern

3.5.1.3 Myopie, Hyperopie, Astigmatismus in Quito

48,13% aller Kinder in Quito hatten weder sphärischen noch zylindrischen Brechungsfehler. Weniger häufig waren eine geringe Myopie (13,15%) und ein geringer Astigmatismus (13,46%).

Alle anderen Brechungsfehler waren mit weniger als 10% vertreten (Tabelle 32).

Ein hoher Astigmatismus war häufiger mit einer Hyperopie kombiniert als mit einer Myopie: 5,85% aller Kinder (n=133) hatten einen hohen Astigmatismus kombiniert mit einer der Hyperopie und 1,94% der Kinder (n=44) mit einer der Myopie.

Tabelle 32: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyклоplegie am rechten Auge, Quito

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	1094	48,13	306	13,46	150	6,60
geringe Hyperopie	66	2,90	71	3,12	88	3,87
deutliche Hyperopie	2	0,09	6	0,26	45	1,98
geringe Myopie	299	13,15	60	2,64	33	1,45
deutliche Myopie	27	1,19	8	0,35	6	0,26
hohe Myopie	3	0,13	4	0,18	5	0,22

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen untersuchten Kindern in Quito; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Unter Berücksichtigung der Altersgruppen findet sich Emmetropie bei 47,42% der 5- bis 7-Jährigen, 50,94% der 8- bis 11-Jährigen und 43,70% der 12- bis 15-Jährigen.

Eine geringe Myopie weisen die beiden älteren Gruppen mit 13,52% und 21,76% auf. Die jüngste Gruppe weist eher einen ausschließlichen geringen Astigmatismus auf - 16,58%. Ein hoher Astigmatismus kombiniert mit einer der Hyperopie ist bei den 5- bis 7-Jährigen am häufigsten: 9,24% (n=68). Bei den anderen Gruppen mit 4,54% (n=46), bzw. 3,63% (n=19) vertreten (Tabellen 33 bis 35).

Tabelle 33: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyклоplegie am rechten Auge, Quito, 5- bis 7-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	349	47,42	122	16,58	51	6,93
geringe Hyperopie	23	3,13	37	5,03	49	6,66
deutliche Hyperopie	0	0	4	0,54	19	2,58
geringe Myopie	48	6,52	16	2,17	9	1,22
deutliche Myopie	6	0,82	0	0	2	0,27
hohe Myopie	0	0	0	0	1	0,14

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen 5- bis 7-Jährigen; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 34: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyклоplegie am rechten Auge, Quito, 8- bis 11- Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
	Emmetropie	516	50,94	118	11,65	70	6,91
geringe Hyperopie	29	2,86	29	2,86	30	2,96
deutliche Hyperopie	2	0,20	0	0	16	1,58
geringe Myopie	137	13,52	24	2,37	16	1,58
deutliche Myopie	13	1,28	3	0,30	3	0,30
hohe Myopie	3	0,30	3	0,30	1	0,10

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen 8- bis 11-Jährigen;
 Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
 deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
 deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
 geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 35: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyклоplegie am rechten Auge, Quito, 12- bis 15-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
	Emmetropie	229	43,70	66	12,60	29	5,53
geringe Hyperopie	14	2,67	5	0,95	9	1,72
deutliche Hyperopie	0	0	2	0,38	10	1,91
geringe Myopie	114	21,76	20	3,82	8	1,53
deutliche Myopie	8	1,53	5	0,95	1	0,19
hohe Myopie	0	0	1	0,19	3	0,57

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen 12- bis 15-Jährigen;
 Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
 deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
 deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
 geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

3.5.1.4 Anisometropie in Quito

In jeder Altersgruppe war am häufigsten (über 61%) eine geringe sphärische und geringe zylindrische Anisometropie zu treffen (s.4.5.) Die hohe Anisometropie, zylindrisch und sphärisch, wurde in allen Altersgruppen bei 4,49% bis 6,52% der Kinder gemessen (Tabellen 36 und 37).

Tabelle 36: sphärische Anisometropie in Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyклоplegie, Quito

Anisometropie/ Sphäre	Altersgruppen (Jahre)					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
keine Anisometropie	179	24,35	274	27,05	161	30,73
geringe Anisometropie	519	70,61	682	67,32	335	63,93
hohe Anisometropie	37	5,03	57	5,63	28	5,34

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil in der jeweiligen Altersgruppe;
 1,00 Dpt und weniger = geringe Anisometropie, 1,25 Dpt und mehr = hohe Anisometropie

Tabelle 37: zylindrische Anisometropie in Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Quito

Anisometropie/ Zylinder	Altersgruppen (Jahre)					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
keine Anisometropie	231	31,43	291	28,73	172	32,82
geringe Anisometropie	471	64,08	656	64,76	321	61,26
hohe Anisometropie	33	4,49	66	6,52	31	5,92

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil in der jeweiligen Altersgruppe;
1,00 Dpt und weniger = geringe Anisometropie, 1,25 Dpt und mehr = hohe Anisometropie

3.5.2 Refraktion in Ibarra

3.5.2.1 Sphärische Anteile der Refraktion

In jeder Altersgruppe, im Verhältnis etwas geringer bei den älteren Kindern, findet sich mehrheitlich eine Emmetropie: 75,11% der 5- bis 7-Jährigen, 67,97% der 8- bis 11-Jährigen und 62,24% der 12- bis 15-Jährigen.

Während die jüngste Altersgruppe am zweithäufigsten eine Hyperopie aufweist (13,94%), zeigen die beiden älteren Altersgruppen eine Myopie: 18,57%, bzw. 28,06% (Tabelle 38).

Tabelle 38: : Sphärische Werte vom rechten Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Ibarra

Sphäre R Auge/ Dioptrien	Altersgruppen (Jahre)						
	5 – 7		8 – 11		12 – 15		
	n	%	n	%	n	%	
+7,25 bis +12,00	4	0,29	10	0,50	0	0	deutliche Hyperopie
+5,25 bis +7,00	4	0,29	5	0,25	2	0,42	
+3,25 bis +5,00	24	1,75	41	2,05	6	1,27	geringe Hyperopie
+2,25 bis +3,00	41	2,99	29	1,45	6	1,27	
+1,25 bis +2,00	150	10,95	126	6,31	22	4,64	Emmetropie
0,00 bis +1,00	1029	75,11	1358	67,97	295	62,24	
-0,25 bis -1,00	107	7,81	371	18,57	133	28,06	geringe Myopie
-1,25 bis -2,00	8	0,58	36	1,80	5	1,05	deutliche Myopie
-2,25 bis -3,00	0	0	10	0,50	3	0,63	
-3,25 bis -5,00	2	0,15	4	0,20	1	0,21	hohe Myopie
-5,25 bis -7,00	0	0	3	0,15	0	0	
-7,25 bis -12,00	1	0,07	5	0,25	1	0,21	

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe,
dunkelgrüne Markierung = deutliche Hyperopie,
hellgrüne Markierung = geringe Hyperopie, hell rosa Markierung = geringe Myopie,
dunkelrosa Markierung = deutliche Myopie, dunkelrote Markierung = hohe Myopie

3.5.2.2 Zylindrische Anteile der Refraktion

In jeder Altersgruppe zeigte die Mehrheit der Probanden keinen wesentlichen Zylinderwert (bis -0,50 Dpt.): 65,18% der 5- bis 7-Jährigen, 73,37% der 8- bis 11-Jährigen und 71,10% der 12- bis 15-Jährigen.

Am zweithäufigsten wurde in jeder Altersgruppe ein geringer Zylinderwert von -0,75 bis -1,00 Dpt. gemessen: bei 20,73% der 5- bis 7-Jährigen, bei 15,37% der 8- bis 11-Jährigen und bei 17,93% der 12- bis 15-Jährigen (Tabelle 39).

Tabelle 39: Zylinderwerte vom rechten Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Ibarra

Zylinder R Auge (Dioptrien)	Altersgruppen (Jahre)					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	893	65,18	1466	73,37	337	71,10
-0,75 bis -1,00	284	20,73	307	15,37	85	17,93
-1,25 bis -2,00	106	7,74	113	5,66	26	5,49
-2,25 bis -3,00	37	2,70	50	2,50	9	1,90
-3,25 bis -5,00	40	2,92	56	2,80	13	2,74
-5,25 bis -7,00	9	0,66	5	0,25	3	0,63
-7,25 bis -9,00	1	0,07	1	0,05	1	0,21

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe

Die häufigste Achsenlage ist die horizontale Achse: bei 67,60% der Kinder in Ibarra; am seltensten ist eine vertikale Achse: insgesamt bei 3,98% (Tabelle 40).

Tabelle 40: Zylinderachse gegenüber dem Zylinderwert, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, rechtes Auge, Ibarra

Zylinder R Auge (Dioptrien)	Zylinderachse					
	0° - 15° & 165° - 180°		75° - 105°		16° - 74° & 106° - 164°	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	1717	44,69	125	3,25	854	22,23
-0,75 bis -1,00	510	13,27	26	0,68	140	3,64
-1,25 bis -2,00	185	4,82	2	0,05	58	1,51
-2,25 bis -3,00	78	2,03	0	0	18	0,47
-3,25 bis -5,00	88	2,29	0	0	21	0,55
-5,25 bis -7,00	16	0,42	0	0	1	0,03
-7,25 bis -9,00	3	0,08	0	0	0	0
Gesamt	2597	67,60	153	3,98	1092	28,42

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Ibarra untersuchen Kindern

3.5.2.3 Myopie, Hyperopie, Astigmatismus in Ibarra

Mehr als die Hälfte aller Kinder in Ibarra (52,68%) hatten weder sphärischen noch zylindrischen Brechungsfehler.

Am zweithäufigsten wurden eine geringe Myopie und geringer Astigmatismus gemessen: 13,22% bzw. 12,83% der Kinder.

Ein hoher Astigmatismus ist deutlich häufiger mit einer Hyperopie kombiniert, als mit einer Myopie: bei 6,87% der Kinder (n=264), bzw. bei 1,07% der Kinder (n=41) (Tabelle 41).

Tabelle 41: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie am rechten Auge, Ibarra

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	2024	52,68	493	12,83	165	4,29
geringe Hyperopie	106	2,76	92	2,39	176	4,58
deutliche Hyperopie	4	0,10	4	0,10	88	2,29
geringe Myopie	508	13,22	77	2,00	26	0,68
deutliche Myopie	47	1,22	7	0,18	8	0,21
hohe Myopie	7	0,18	3	0,08	7	0,18

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen untersuchten Kindern in Ibarra;
Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; **geringe Hyperopie:** +1,25 bis +3,00 Dpt;
deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; **geringe Myopie:** -0,25 bis -1,00 Dpt;
deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; **hohe Myopie:** -3,25 bis -12,00 Dpt;
geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; **hoher Astigmatismus:** -1,25 und weniger

Die kombinierten Brechungsfehler in jeder Altersgruppe zeigen die nächsten drei Tabellen (Tabelle 42 bis 44). Mehr als 53 % der 5- bis 7-Jährigen und 8- bis 11-Jährigen hatten weder sphärischen noch zylindrischen Brechungsfehler. Bei den ältesten Kindern ist dagegen eine geringe Myopie am häufigsten: 22,36% der Kinder.

Bei allen Altersgruppen ist ein hoher Astigmatismus deutlich häufiger mit einer der Hyperopieform kombiniert, als mit einer der Myopieform.

Tabelle 42: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie am rechten Auge, Ibarra, 5- bis 7-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	739	53,94	221	16,13	69	5,04
geringe Hyperopie	58	4,23	48	3,50	85	6,20
deutliche Hyperopie	2	0,15	0	0	30	2,19
geringe Myopie	87	6,35	14	1,02	6	0,44
deutliche Myopie	6	0,44	1	0,07	1	0,07
hohe Myopie	1	0,07	0	0	2	0,15

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen 5- bis 7-Jährigen;
Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; **geringe Hyperopie:** +1,25 bis +3,00 Dpt;
deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; **geringe Myopie:** -0,25 bis -1,00 Dpt;
deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; **hohe Myopie:** -3,25 bis -12,00 Dpt;
geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; **hoher Astigmatismus:** -1,25 und weniger

Tabelle 43: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie am rechten Auge, Ibarra, 8- bis 11- Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
	Emmetropie	1065	53,30	220	11,01	73	3,65
geringe Hyperopie	43	2,15	36	1,80	76	3,80
deutliche Hyperopie	2	0,10	3	0,15	51	2,55
geringe Myopie	315	15,77	41	2,05	15	0,75
deutliche Myopie	36	1,80	4	0,20	6	0,30
hohe Myopie	5	0,25	3	0,15	4	0,20

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen 8- bis 11-Jährigen; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 44: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie am rechten Auge, Ibarra, 12- bis 15-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
	Emmetropie	220	46,41	52	10,97	23	4,85
geringe Hyperopie	5	1,05	8	1,69	15	3,16
deutliche Hyperopie	0	0	1	0,21	7	1,48
geringe Myopie	106	22,36	22	4,64	5	1,05
deutliche Myopie	5	1,05	2	0,42	1	0,21
hohe Myopie	1	0,21	0	0	1	0,21

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen 12- bis 15-Jährigen; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

3.5.2.4 Anisometropie in Ibarra

Bei mehr als 63% der Kinder in jeder Altersgruppe ist eine geringe sphärische oder zylindrische Anisometropie zu verzeichnen. Die hohe Anisometropie ist in verschiedenen Altersgruppen bei 3,72% bis 6,31% der Kinder zu finden (Tabellen 45 und 46).

Tabelle 45: sphärische Anisometropie in Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Ibarra

Anisometropie/ Sphäre	Altersgruppen					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
keine Anisometropie	395	28,83	584	29,23	133	28,06
geringe Anisometropie	912	66,57	1287	64,41	314	66,24
hohe Anisometropie	63	4,60	126	6,31	27	5,70

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe; 1,00 Dpt und weniger = geringe Anisometropie, 1,25 Dpt und mehr = hohe Anisometropie

Tabelle 46 zylindrische Anisometropie in Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Ibarra

Anisometropie/ Zylinder	Altersgruppen /Jahre					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
keine Anisometropie	450	32,85	620	31,03	144	30,38
geringe Anisometropie	869	63,43	1296	64,86	304	64,14
hohe Anisometropie	51	3,72	81	4,05	26	5,49

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe;
1,00 Dpt und weniger = geringe Anisometropie, 1,25 Dpt und mehr = hohe Anisometropie

3.5.3 Fazit

Vergleich

A. Brechungsfehler in Quito und Ibarra

Es ergeben sich keine statistisch signifikante Unterschiede bei den sphärischen Brechungsfehlern zwischen Quito und Ibarra (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p=0,725$), dagegen zylindrische Brechungsfehler unterscheiden sich statistisch signifikant von einander (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p=0,001$):

- Myopie in Quito bei 19,57% der Kinder, in Ibarra bei 17,95%,
- deutliche Myopie ab -1,25 Dpt in Quito bei 2,33% der Kinder, in Ibarra bei 2,05%
- Astigmatismus in Quito bei 34,39% der Kinder, in Ibarra bei 29,81%,
- deutlicher Astigmatismus ab -1,25 Dpt in Quito bei 14,38%, in Ibarra bei 12,23%,
- Hyperopie in Quito und Ibarra bei 12,22%
- deutliche Hyperopie ab +3,25 Dpt in Quito bei 2,33% der Kinder, in Ibarra bei 2,49%.

B. Brechungsfehler in Altersgruppen

Die Altersgruppencharakteristik ist in Quito und Ibarra sehr ähnlich: die jüngeren Kinder (5- bis 7-Jährig) haben am häufigsten einen geringen Astigmatismus und die zwei älteren Gruppen weisen am häufigsten eine geringe Myopie auf:

- ein geringer Astigmatismus bei den 5- bis 7-Jährigen in Quito 16,58%, in Ibarra 16,13%.
- eine geringe Myopie bei den 8- bis 11-Jährigen in Quito 13,52% und in Ibarra 15,77%
- eine geringe Myopie bei den 12- bis 15-Jährigen in Quito 21,76% und in Ibarra 22,36%.

In jeder Altersgruppe in beiden Städten zeigt sich ein gleich geringer Anteil an hohen Refraktionsanomalien. Gleich ist auch die Verteilung der Kombination mit einem hohen Astigmatismus. In beiden Städten und durch alle Altersgruppen ist der hohe Astigmatismus deutlich häufiger mit einer der Hyperopie Form kombiniert als mit einer Myopie.

Ebenfalls ähnlich ist der Anteil von nennenswerten Anisometropien: eine hohe zylindrische und sphärische Anisometropie (s. 4.5.) haben in Quito zwischen 4,49% und 6,52% der Kinder und in Ibarra zwischen 3,72 und 6,31% der Kinder.

Zusammenfassung

Eine Emmetropie und geringe Brechungsfehler sind in beiden Städten am häufigsten: über 83%. Anteil an hohen Refraktionsanomalien ist in Quito höher als in Ibarra: hohe Myopie in Quito bei

2,33%, in Ibarra bei 2,04%, hoher Astigmatismus in Quito bei 14,38%, in Ibarra bei 12,23%. Hyperopie ist in beiden Städten mit 12,22% gleich vertreten.

Die Altersgruppencharakteristik ist in beiden Städten sehr ähnlich: die jüngeren Kinder (5- bis 7-Jährige) haben eher einen Astigmatismus, die älteren Kinder (8- bis 15-Jährige) eher eine Myopie.

3.6 Refraktion unter der Zykloplegie

Alle 5- bis 6-Jährigen, jedes 10. Kind der älteren Gruppen (ausgewählt nach fortlaufender Nummerierung der Anamnesebögen) sowie diejenigen, die einen Visus von 0,63 und schlechter auf mindestens einem Auge hatten wurden in Zykloplegie erneut refraktometriert (vgl. 3.2.2.1.).

Diese Probanden werden hier gesondert aufgeführt und dienen als Vergleichsgruppe.

Die hier gemessenen Refraktionswerte sind als reale Refraktion zu werten, da jede akkommodative Komponente (z. B. latenter Hyperopie) ausgeschlossen ist. Sie werden verglichen mit den zuvor ohne Zykloplegie gemessenen Werten derselben Probanden. Daten vom linken Auge sind im Anhang präsentiert (s. Tabellen 71 bis 100 und Diagramme 5 bis 8).

3.6.1 „Zykloplegie-Gruppe“ für die Auswertung des Autorefraktometers

In der „Zykloplegie-Gruppe“ wurden insgesamt 2725 Kinder eingeschlossen (Quito und Ibarra). 46,02% davon waren weiblich (n=1254) und 53,98% männlich (n=1471).

Mehr als die Hälfte der Kinder waren 5- bis 7-jährig (62,42%), 27,89% der Kinder waren 8- bis 11-jährig und 9,69%: 12- bis 15-jährig (Tabelle 47).

Tabelle 47: Probanden der „Zykloplegie-Gruppe“ in Ecuador in verschiedenen Altersgruppen

Altersgruppen/ Jahre	Quito	Ibarra	Gesamt	
	n	n	n	%
5-7	584	1117	1701	62,42
8-11	264	496	760	27,89
12-15	128	136	264	9,69
Gesamt	976	1749	2725	

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil der gesamten „Zykloplegie-Gruppe“

3.6.2 Sphärischer Anteil der Refraktion

Es wurde der sphärische Wert (ohne Zylinder), gemessen mit dem Autorefraktometer, einmal „ohne Zykloplegie“ verglichen mit dem Wert „mit Zykloplegie“. Die Differenz in Dioptrien wird als Abweichung bezeichnet (Abweichung= Sph/dpt ohne Zykloplegie minus Sph/Dpt mit Zykloplegie).

In jeder Altersgruppe verändert sich der sphärische Wert unter Zykloplegie im Mittel um 1,02Dpt Richtung Hyperopie (Abweichung = 1,02Dpt):

bei den 5-bis 7-Jährigen im Mittel um 1,00 Dioptrie, bei den 8- bis 11-Jährigen um 1,08 Dioptrie und bei den 12- bis 15-Jährigen um 0,96 Dioptrien (Tabelle 48).

Tabelle 48: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des sphärischen Wertes am rechten Auge unter Zykloplegie in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer

Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	-1,0037	0,75668	1700
8-11	-1,0816	0,98402	760
12-15	-0,9659	0,93530	264
Gesamt	-1,0218	0,84448	2724

Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie und dem Autorefraktometer mit Zykloplegie bzw. „Goldstandard“, n = absolute Probandenzahl

Diese Abweichung bzw. Differenz in Dioptrien nimmt zu, je höher der gemessene sphärische Wert mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie ist. Diese Zunahme der Abweichung ist vom Alter abhängig und statistisch signifikant ($p < 0,001$; s. Tabelle 71 und 72 im Anhang):

- Bei den 12- bis 15-Jährigen nimmt die Differenz für jede weitere Dioptrie, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie um 0,214 Dioptrien zu.
- Bei den 8- bis 11-Jährigen unterscheidet sich dieser Anstieg der Differenz statistisch nicht von den 12- bis 15-Jährigen ($p=0,224$).
- Bei den 5- bis 7-Jährigen unterscheidet sich der Anstieg der Differenz statistisch deutlich von den älteren Gruppen ($p < 0,001$) und verändert sich um 0,307 Dioptrien für jede, mit dem Autorefraktometer gemessene Dioptrie (s. Diagramm1).

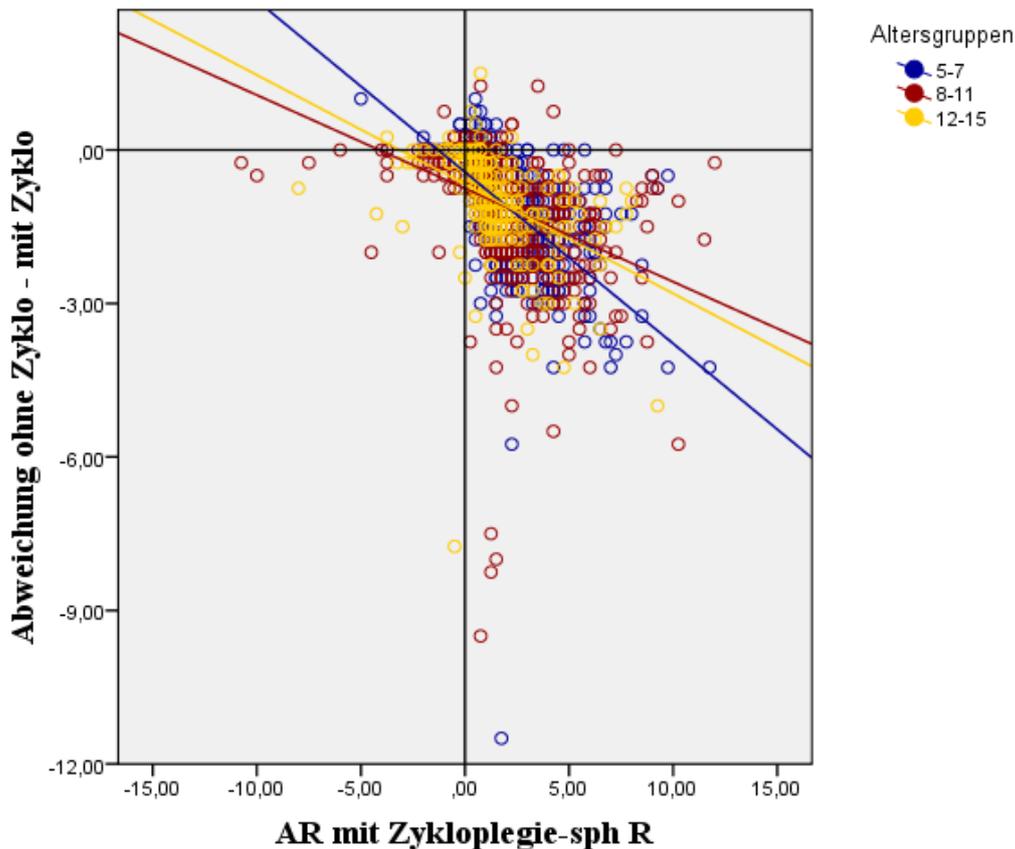


Diagramm 1: Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ in verschiedenen Altersgruppen gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zyκλοplegie, rechtes Auge

Legende: Abweichung ohne Zyκλο – mit Zyκλο = sphärischer Wert in Dioptrien ohne Zyκλοplegie minus sphärischer Wert in Dioptrien unter Zyκλοplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyκλοplegie-sph R = sphärischer Wert in Dioptrien vom rechten Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie

3.6.3 Zylindrischer Anteil der Refraktion

Bei der Auswertung vom zylindrischen Anteil der Refraktion wurde die Achsenlage nicht berücksichtigt.

Es wurde der zylindrischer Wert (ohne Sphäre), gemessen mit dem Autorefraktometer, einmal „ohne Zyκλοplegie“ verglichen mit dem Wert „mit Zyκλοplegie“. Die Differenz in Dioptrien wird als Abweichung bezeichnet (Abweichung= Zyl/dpt ohne Zyκλοplegie minus Zyl/Dpt mit Zyκλοplegie). Diese Abweichung beträgt im Mittel 0,04 Dioptrien (Tabelle 49).

Weder die Abweichung selbst, noch die Zunahme der Abweichung ist altersabhängig. Ebenso besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Abweichungen in verschiedenen Altersgruppen ($p > 0,001$; s. Tabellen 73 und 74 im Anhang).

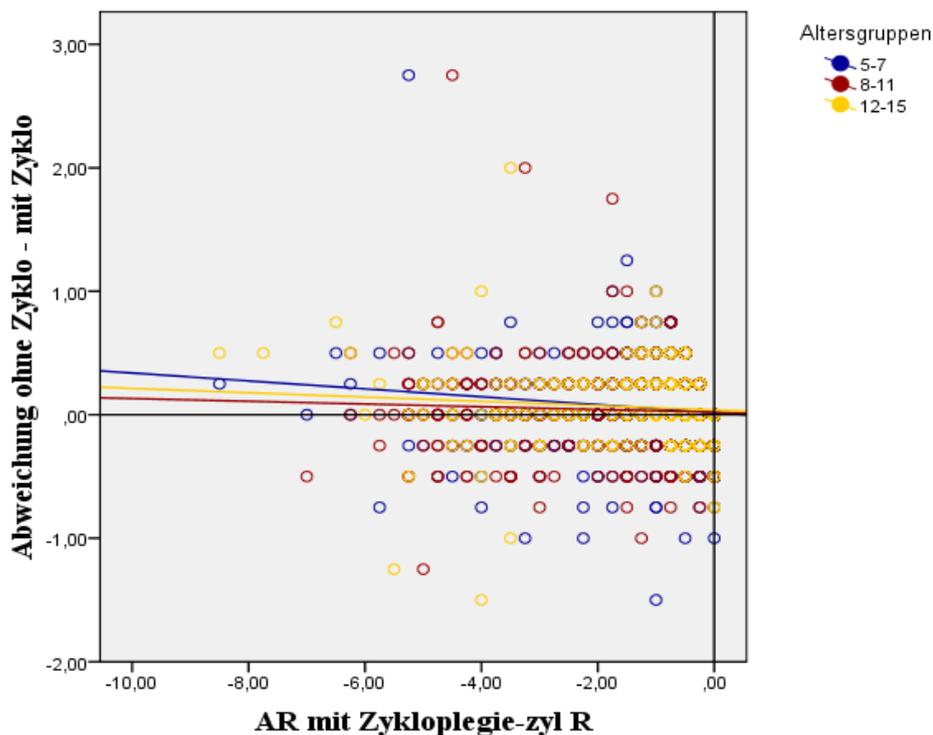
Tabelle 49: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes am rechten Auge unter Zykloplegie in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer

Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	0,0449	0,27490	1700
8-11	0,0362	0,29767	760
12-15	0,0634	0,31966	264
Gesamt	0,0442	0,28596	2724

Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie und dem Autorefraktometer mit Zykloplegie bzw. „Goldstandard“,
n = absolute Probandenzahl

Das Diagramm 2 zeigt die mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes in jeder Altersgruppe (farbige Linien):

z.B. bei den 5- bis 7-Jährigen (blaue Linie) beträgt die Abweichung bei -6,00 Dioptrien weniger als 0,5 Dpt., d.h. Autorefraktometer misst ohne Zykloplegie einen Zylinderwert von etwa -6,25, unter der Zykloplegie -6,00 Dpt.



***Diagramm 2: Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ in verschiedenen Altersgruppen gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, rechtes Auge**

Legende: Abweichung ohne Zyκλο – mit Zyκλο= zylindrischer Wert in Dioptrien ohne Zykloplegie minus zylindrischer Wert in Dioptrien unter Zykloplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyκλοplegie-zyl R = zylindrischer Wert in Dioptrien vom rechten Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie (*Probanden-Zahl gleich, die Messungen überschneiden sich mehrfach, dadurch optische Täuschung)

3.6.4 Fazit

Sphäre

Hyperope Refraktionswerte überwiegen in großem Ausmaß. Dies beeinflusst die statistische Aussage zu ihren Gunsten.

Eine Zykloplegie verursacht bei allen Kindern von 5-Jährigen bis 15-Jährigen eine statistisch signifikante sphärische Abweichung im Mittel um eine Dioptrie Richtung höheren Hyperopie.

Bei den 5- bis 7-Jährigen ist diese Abweichung umso größer, je höher eine Hyperopie ist, im Mittel um 0,336 Dioptrien für jede höhere Dioptrie der Hyperopie. Bei den beiden älteren Altersgruppen ist diese Zunahme kleiner und steigt im Mittel um 0,214 Dpt. Der Unterschied in der Zunahme der Abweichung zwischen den 5- bis 7-Jährigen und den beiden älteren Altersgruppen ist statistisch signifikant.

Zylinder

Ein Zylinderwert verändert sich unter der Zykloplegie im Mittel um 0,04 Dioptrien. Diese Abweichung wie auch die Abhängigkeit von der Höhe des Astigmatismus ist altersunspezifisch ($p=0,121$).

3.7 Videorefraktometer versus Autorefraktometer unter Zykloplegie

3.7.1 Zykloplegie-Gruppe“ für die Auswertung des Videorefraktometers

Für die Auswertung der Daten vom Videorefraktometer wurden nur die „grünen“ Messungen verwendet („grün“ = gute Qualität der Messung; s.o.:“Videorefraktometer“ Durchführung). Dadurch wurden einige Daten verworfen.

In der „Zykloplegie-Gruppe“ des Videorefraktometers wurden insgesamt 2219 Probanden eingeschlossen. Mehr als die Hälfte (62,01%) der Kinder waren 5- bis 7-Jährige (Tabelle 50).

Tabelle 50: Probanden der „Zykloplegie-Gruppe des Videorefraktometers“ in Ecuador in verschiedenen Altersgruppen

Altersgruppen/ Jahre	Quito	Ibarra	Gesamt	
	n	n	n	%
5-7	503	873	1376	62,01
8-11	225	410	635	28,62
12-15	103	105	208	9,37
Gesamt	831	1388	2219	

Legende: n = absolute Probandenzahl, %=Anteil der gesamten „Zykloplegie-Gruppe des Videorefraktometers“

3.7.2 Sphärischer Anteil der Refraktion

Es wurde mit dem Videorefraktometer gemessene sphärische Wert (ohne Zylinder) verglichen mit dem sphärischen Wert (ohne Zylinder) vom Autorefraktometer unter Zykloplegie (der sogenannte „Goldstandard“).

Die Differenz bzw. mittlere Abweichung liegt bei allen Kindern im Mittel um 0,16 Dioptrien:

- bei den 5- bis 7-Jährigen ist die mittlere Abweichung 0,16 Dioptrien,
- bei den 8- bis 11-Jährigen 0,13 Dioptrien
- bei den 12- bis 15-Jährigen 0,26 Dioptrien (Tabelle 51).

Tabelle 51: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des sphärischen Wertes am rechten Auge in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Videorefraktometer

Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	0,1629	1,01493	1481
8-11	0,1354	1,44760	676
12-15	0,2684	1,16514	231
Gesamt	0,1653	1,16762	2388

Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, Messung mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie bzw. „Goldstandard“ und dem Videorefraktometer, n=Probandenzahl

Die Zunahme bzw. die Veränderung der Abweichung ist von der Höhe des sphärischen Wertes (gemessen mit dem „Goldstandard“) und vom Alter abhängig ($p < 0,001$, s. Tabelle 81 und 82 im Anhang):

- Bei den 12- bis 15-Jährigen steigt die Differenz für jede weitere Dioptrie, die mit dem „Goldstandard“ gemessen wurde um 0,26 Dioptrien.
- Bei den 8- bis 11-Jährigen unterscheidet sich diese Veränderung der Abweichung nicht statistisch signifikant von den älteren Kindern ($p = 0,278$).
- Die 5- bis 7-Jährigen unterscheiden sich statistisch signifikant von den älteren Kindergruppen ($p < 0,001$). Die Differenz steigt um 0,48 Dioptrien.

Im Diagramm 3 sind die Verläufe der mittleren Abweichung in allen Altersgruppen farblich dargestellt. Die Abweichung weicht in beide Richtungen, d.h. weniger hyperop, oder mehr hyperop:

z. B.: bei den 5- bis 7-Jährigen (blaue Linie) bei einem Wert von +5,0 Dpt, gemessen mit dem „Goldstandard“, ist die Abweichung etwa 1,5 Dpt in beide Richtungen, d.h. Videorefraktometer misst entweder weniger: +3,5 Dpt, oder mehr: +6,5 Dpt.

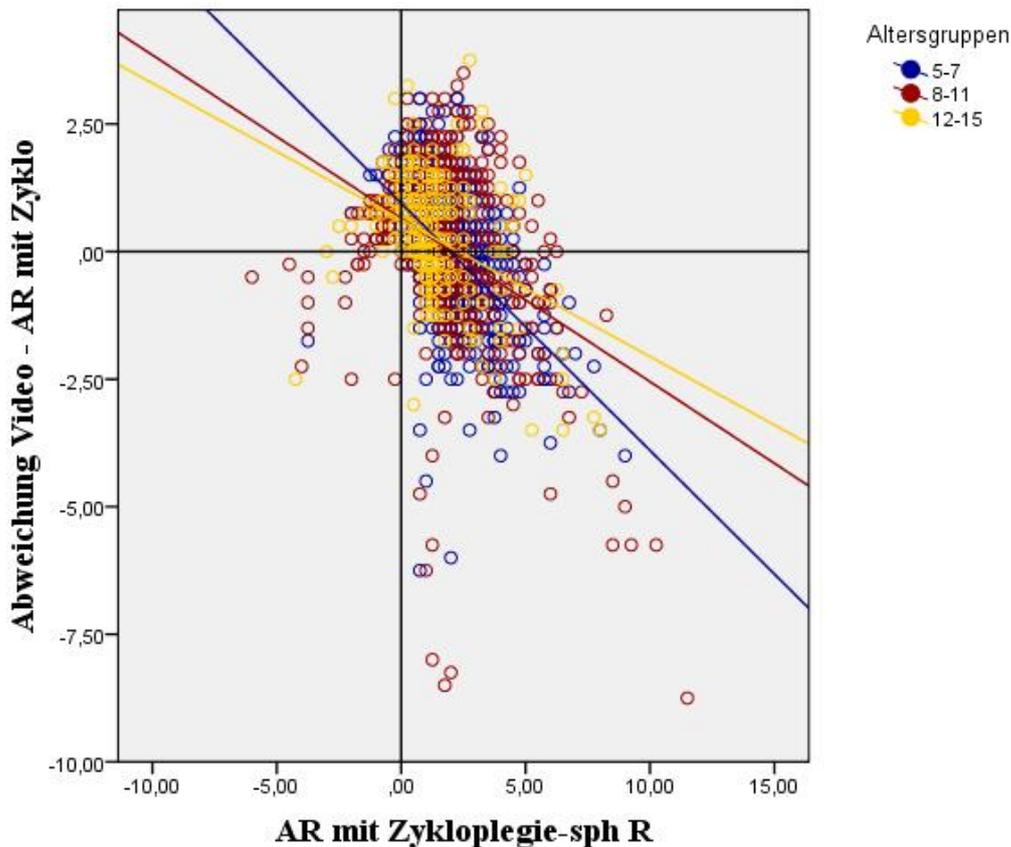


Diagramm 3: Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ gemessen mit dem Videorefraktometer in verschiedenen Altersgruppen, rechtes Auge

Legende: Abweichung Video – AR mit Zyκλο = sphärischer Wert in Dioptrien ohne Zyκλοplegie gemessen mit dem Videorefraktometer minus sphärischer Wert in Dioptrien gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyκλοplegie-sph R = sphärischer Wert in Dioptrien vom rechten Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie

3.7.3 Zylindrischer Anteil der Refraktion

Ein Zylinderwert (ohne Sphäre), gemessen mit dem Videorefraktometer und dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie, unterscheidet sich bei allen Kindern im Mittel um 0,42 Dioptrien:

- bei den 5- bis 7-Jährigen um 0,29 Dpt,
- bei den 8- bis 11-Jährigen um 0,64 Dpt
- bei den 12- bis 15-Jährigen um 0,58 Dpt (Tabelle 52).

Tabelle 52: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes am rechten Auge in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Videorefraktometer

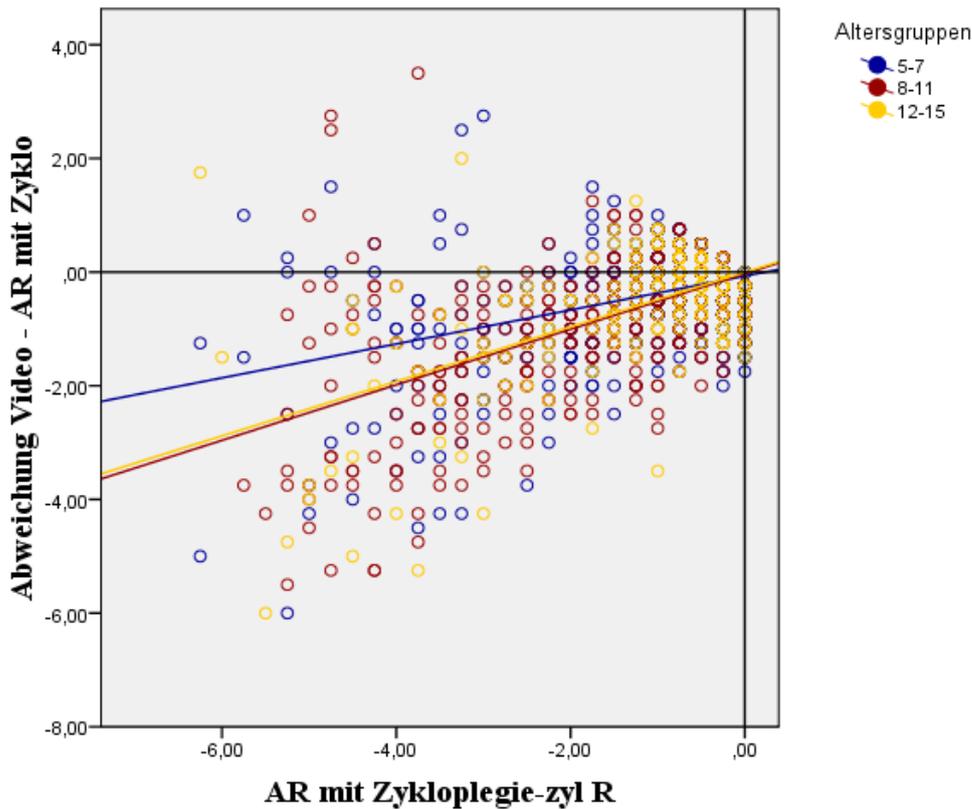
Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	-0,2998	0,70861	1481
8-11	-0,6490	1,06270	676
12-15	-0,5801	1,11100	231
Gesamt	-0,4258	0,88084	2388

Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, Messung mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie bzw. „Goldstandard“ und dem Videorefraktometer, n=Probandenzahl

Die Differenz bzw. Abweichung nimmt zu, je höher der gemessene zylindrische Wert mit dem „Goldstandard“ ist. Diese Zunahme der Differenz ist vom Alter abhängig und statistisch signifikant (s. Tabelle 83 im Anhang):

- Die beiden älteren Kindergruppen unterscheiden sich im Verlauf der Abweichung nicht statistisch signifikant von einander ($p=0,84$). Die Abweichung nimmt für jeden gemessenen Zylinderwert mit dem „Goldstandard“ um 0,48 Dioptrien zu.
- Der Verlauf der Differenz bei den 5- bis 7-Jährigen unterscheidet sich statistisch signifikant von den älteren Kindergruppen ($p<0,001$) und steigt mit jeder Zylinder-Dioptrie um 0,29 Dioptrien (s. Tabelle 84 im Anhang).

Die Abweichung in Abhängigkeit vom gemessenen Zylinderwert demonstriert das Diagramm 4. Für jede Altersgruppe sind die Linien farblich dargestellt. Die mittlere Abweichung weicht in beide Richtungen ab, d.h. es werden entweder höhere oder niedrigere Zylinderwerte gemessen: z.B. bei den 12- bis 15-jährige (gelbe Linie) ist bei einem Zylinderwert von -4,00 Dpt die Abweichung um etwa 2 Dioptrien, d.h. Videorefraktometer misst einen Zylinderwert von -6,0 Dpt, oder -2,0 Dpt.



***Diagramm 4: Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ gemessen mit dem Videorefraktometer in verschiedenen Altersgruppen, rechtes Auge**

Legende: Abweichung Video – AR mit Zyκλο = zylindrischer Wert in Dioptrien ohne Zyκλοplegie gemessen mit dem Videorefraktometer minus zylindrischer Wert in Dioptrien gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyκλοplegie-zyl R = zylindrischer Wert in Dioptrien vom rechten Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie, (*Probanden-Zahl gleich, die Messungen überschneiden sich mehrfach, dadurch optische Täuschung)

3.7.4 Sphärische Fehlweisungen des Videorefraktometers

Um die Fehlweisungen beim Videorefraktometer zu identifizieren, haben wir die absoluten sphärischen Werte vom Videorefraktometer und Autorefraktometer unter Zyκλοplegie (ARm) gegenübergestellt.

Eine Refraktion unter Zyκλοplegie von +3,00 und mehr (hohe Hyperopie) stellt eine Amblyopie und Strabismus Gefährdung dar. Kinder mit dieser Refraktionsanomalie wollten wir gesondert darstellen (um die Fehlweisungen des Videorefraktometers zu demonstrieren, haben wir nur das rechte Auge dargestellt).

In Quito und Ibarra haben 216 Kinder auf dem rechten Auge eine hohe Hyperopie. Die Tabelle 103 im Anhang zeigt, welche Werte dabei der Videorefraktometer gemessen hat. Der größte Unterschied war bei einem Kind von 8,75 Dioptrien zwischen ARm und Videorefraktometer (10-Jährig, Visus 0,16, bzw. 0,25, kein Strabismus, Langtest II neg.)

Bei 89 Fällen (4,01%) hat der Videorefraktometer Werte unter +3,25 Dpt gemessen, 11 davon als Emmetrop (0,5%).

Bei einem Wert von +1,25 Dpt Sphäre, gemessen mit dem Videorefraktometer, zeigt sich die erste deutliche Fehlmessung von 4,75 Dpt Unterschied zur ARm. Deshalb haben wir den Grenzwert bei Video für hohe Hyperopie von +3,25 Dpt auf +1,25 Dpt angelegt.

Wir kamen auf folgende Ergebnisse:

- wenn der Grenzwert beim Video für hohe Hyperopie bei +3,25 Dpt liegt, werden 4,01% als falsch negative angegeben und 5,18% als falsch positive,
- wenn der Grenzwert beim Video für hohe Hyperopie bei +1,25 Dpt liegt, werden 0,90% als falsch negative angegeben und 62,91% als falsch positive.

3.7.4.1 Charakteristika der falsch negativen Probanden

89 Kinder mit einer hohen Hyperopie (+3,25 Sph und mehr, gemessen mit dem AR unter Zykloplegie) wurden mit dem Videorefraktometer als emmetrop bzw. gering hyperop eingestuft. Mehr als Hälfte der Kinder (56,18%) waren –auswahlbedingt- 5- bis 6-Jährig. Der Anteil dieser nicht erkannten relevanten Hyperopien bezogen auf die Altersgruppen ist jedoch nicht wesentlich unterschiedlich. Mit Hinzuziehung auffälliger Visuswerte ($\leq 0,63$) wären 44,94% der Kinder nicht bemerkt worden (Tabelle 53).

Tabelle 53: Visus am rechten Auge bei Kindern mit hoher Hyperopie und falsch negativen Werten bei der Messung mit dem Videorefraktometer, „Zykloplegie-Gruppe“

Visus sc, R Auge	Altersgruppen (Jahre)			
	5-7	8-11	12-15	Gesamt
	n	n	n	n
0,8 - 1,0	33	11	5	49
0,4 - 0,63	14	14	3	31
0,2 - 0,32	2	5	0	7
0,1 - 0,16	1	1	0	2
Gesamt	50	31	8	89
%	3,63	4,88	3,85	

Legende: sc = sine correctione, n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von der jeweiligen Altersgruppe in der „Zykloplegie-Gruppe des Videorefraktometers“

3.7.5 Fazit

Sphäre

Hyperope Refraktionswerte überwiegen in großem Ausmaß. Dies beeinflusst die statistische Aussage zu ihren Gunsten.

Bei hyperopen Werten misst ein Videorefraktometer bei jedem Alter zwischen 5 und 15 Jahre im Mittel um 0,16 Dpt. weniger bzw. mehr Sphäre als das Autorefraktometer unter Zykloplegie. Je höher die Hyperopie, die mit dem „Goldstandard“ bestimmt worden ist, umso größer ist die

Abweichung vom Videorefraktometer. Diese Zunahme der Abweichung ist vom Alter abhängig und am stärksten bei den 5- bis 7-Jährigen: für jede Hyperopie-Dioptrie um 0,48 Dioptrien Unterschied mehr.

Zylinder

Ein Zylinderwert, gemessen mit dem Videorefraktometer weicht im Mittel um 0,42 Dioptrien von dem „Goldstandard“ ab. Diese Abweichung ist deutlich vom Alter abhängig und etwa doppelt so groß bei den beiden älteren Kindergruppen: bei den 5- bis 7-Jährigen ist die Abweichung 0,30 Dioptrien und bei den 8- bis 11-Jährigen bzw. bei den 12- bis 15-Jährigen 0,64 bzw. 0,58 Dioptrien.

Je höher der Zylinderwert bei dem „Goldstandard“ umso größer wird die Abweichung vom Videorefraktometer. Diese Zunahme der Abweichung ist ebenfalls bei den beiden älteren Kindergruppen deutlicher ausgeprägt und steigt für jede Zylinder-Dioptrie um 0,48 Dioptrien an.

Sphärische Fehlweisungen

Videorefraktometer zeigt in absoluten Werten zum Teil große Abweichungen von 8,75 Dioptrien. Bei einer virtuellen Grenze für hohe Hyperopie von +3,25 werden 4,01% der Kinder mit dem Videorefraktometer nicht erfasst (falsch negative). Wenn man die Grenze bei +1,25 setzt, wird die Rate von falsch Negativen auf 0,9% gesenkt. Im Gegenzug steigen die falsch Positiven von 5,18% auf 62,91%.

55,06% (2,21% von allen 2219 in der Video-Gruppe) hatten einen Visus von 0,8 bis 1,0 und damit durch andere Untersuchungen unauffällig. Bei alleiniger Untersuchung mit dem Videorefraktometer, würden diese Kinder als gesund und somit als falsch negative eingestuft worden.

Insgesamt zeigt der Videorefraktometer eine Tendenz zu viele falsch positive Messdaten zu präsentieren.

4 Diskussion

4.1 Projekt, Studiendesign

Im Rahmen eines internationalen Projektes untersuchten wir in Ecuador 6143 Kinder im Alter von 5 bis 15 Jahren in zwei Gebieten: Ibarra, ein etwas ländliches Gebiet im Norden Ecuador und zwei Gebiete im Norden der Hauptstadt Quito. Diese Studie ist repräsentativ für Kinder ärmerer Schichten der Bevölkerung, die ihre Kinder auf staatliche Schulen schicken.

Unsere Studie ist von Anzahl und Alter und Vorgehen vergleichbar mit einer Multi-Länder-Studie in Südindien, New Delhi, China, Nepal und Chile. Dort war das Ziel, refraktive Fehler und Augenerkrankungen bei 5- bis 15-Jährigen Kindern aus verschiedenen ethnischen und kulturellen ländlichen Gebieten zu präsentieren [51]. Die Probandenzahl lag zwischen 4074 und 6447 Kindern.

Unser Studienprotokoll und unsere Untersuchung gingen sowohl im Umfang (über 6000 Kinder), als auch bei Ausrüstung (Autorefraktometer Canon R50, Videorefraktometer) und personeller Qualifikation (zwei Assistenzärzte und eine Fachärztin für Augenheilkunde als Leitung) über übliche Screeninguntersuchungen deutlich hinaus.

4.2 Versorgungsstand in Ecuador

Brille und Brillenversorgung

Die Kinderrefraktion und Brillenversorgung in Ecuador liegt zum größten Teil in der Hand von Optikern.

Insgesamt war die Anzahl der mit Brillen versorgten Kinder gering (Quito 4,31%, Ibarra 2,63%). Dies entspricht dem Versorgungsgrad in der Multi-Länder-Studie von New Delhi mit 160 Kindern (2,7%), China 139 Kinder (2,36%) und Chile 114 Kinder (2,15%), weniger von Südindien mit 23 Kindern (0,56%) und Nepal 9 Kinder (0,18%) [14,49,50,62,76].

Auffällig ist ein deutlicher Anteil von nicht genutzten Brillen: in Quito vermehrt bei der älteren Altersgruppe, in Ibarra bei der jüngeren Altersgruppe. Die Ursachen hierfür können nur vermutet werden: mangelnder visueller Vorteil, kosmetische Inakzeptanz beim Träger und/oder im Umfeld, mangelnde Aufklärung.

Unter den Brillennutzern (Quito=1,36%, Ibarra =1,54%) liegt auch ein deutlicher Anteil, der ohne Brille eine gute Sehschärfe von 0,8 bis 1,0 hat (Quito 26,87%, Ibarra 45,24%). Mit Brille keine Besserung der Sehschärfe erzielen ca. 14% (Ibarra) und 19% (Quito). Bei letzteren lässt sich ein Anteil von Amblyopien vermuten; die Möglichkeit nicht korrekter Refraktionsversorgung ist jedoch nicht ausgeschlossen.

Entsprechend den Vorgaben der Studie wurde den Kindern mit subnormaler Sehschärfe eine schriftliche Notiz an die Eltern mitgegeben. Hierin wurde die Familie aufgefordert, zum Optiker zu gehen, bei pathologischen Augenbefunden zum Augenarzt. Für den Fall einer neu erforderlichen Brille wurde mit Hilfe einer Stiftung die Kostenübernahme bei einer Eigenbeteiligung von 5 \$ angeboten.

Dies betraf 1010 Kinder (16,44%): 394 Kinder (17,35%) aus Quito und 616 Kinder (16,05%) aus Ibarra. Davon suchten insgesamt 58,61% (n=592) den Optiker auf: in Quito nur 21,07% (n=83) und in Ibarra 82,63% (n=509).

Über die Gründe für die unterschiedliche Bereitschaft zur Nachsorge in Quito und Ibarra sind nur Vermutungen möglich. Die schlechte finanzielle Lage spielt sicherlich eine Rolle, aber auch der Bildungsstand der Eltern sowie unzureichende Aufklärung^E.

So besteht ein hoher Anteil nicht wahrgenommener Nachsorge/ggf. Brillenverordnung von über 40% der auffälligen Kinder, ebenso ein hoher Anteil von Brillen, die entweder nicht getragen oder für das Erreichen einer normalen Sehschärfe nicht benötigt werden. Die Verordnungspraxis sollte daher aus medizinischen und ökonomischen Gründen hinsichtlich Indikation und Qualität hinterfragt werden. Darüber hinaus scheint eine ausführliche Elterninformation und Aufklärung für Notwendigkeit und Art einer Nachsorge erforderlich. Letztlich ist die Effizienz einer Vorsorge auch von der Konsequenz und Qualität einer Nachsorge abhängig. Dies umfasst sowohl die Bestimmungen des Gesundheitssystems als auch die Bereitschaft der Betroffenen, die Angebote zu nutzen.

4.3 Refraktionsanomalien in Quito und Ibarra

Sphärische und zylindrische Refraktionsfehler

Hinsichtlich der Refraktionsbedürftigkeit bei Schulkindern gibt unsere Studie, wie die meisten vergleichbaren, einen Querschnitt der entsprechenden Altersgruppen^F.

Beim Myopie-Anteil finden sich nur geringe Unterschiede zwischen Quito und Ibarra, beim Astigmatismus dagegen deutliche Unterschiede:

- Myopie gesamt:
 - Quito: 19,57%,
 - Ibarra: 17,95%,
- deutliche Myopie (ab -1,25 Dpt):
 - Quito: 2,33%,
 - Ibarra: 2,05%,
- Astigmatismus gesamt:
 - Quito: 34,39%,
 - Ibarra: 29,81%,
- hoher Astigmatismus (ab -1,25Dpt):
 - Quito: 14,38%,
 - Ibarra: 12,23%.

Der Anteil der Hyperopie liegt sowohl in Quito als auch in Ibarra bei 12%; auch der Anteil höherer Hyperopie differiert nicht.

^E Die Optiker berichteten, dass die Abneigung eine Brille zu tragen hauptsächlich von den Eltern, besonders den Vätern kam.

^F Wegen der besseren Vergleichbarkeit mit ähnlich konzipierten Untersuchungen legen wir – zunächst die ohne Zykloplegie gemessenen Refraktionswerte zugrunde, weil hier alle untersuchten Probanden eingehen. Wir sind uns bewusst, dass hier Korrekturen im Hinblick auf die Refraktion in Zykloplegie als Goldstandard angebracht sind.

Insgesamt sind die Unterschiede zwischen Quito und Ibarra bei den sphärischen Brechungsfehlern nicht statistisch signifikant (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p=0,725$), die zylindrische Brechungsfehler unterscheiden sich dagegen statistisch signifikant voneinander (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p=0,001$).

In der Multi-Länder-Studie [14, 49, 50, 62,76] wurden die Refraktionsfehler unter Zyklusplegie bestimmt. Um die Unterschiede in der Verteilung mit unserer Studie vergleichen zu können, können wir nur die Werte aus der „**Zyklusplegie-Gruppe**“ ($n=2725$, s. 3.1.5.3) nehmen. Daraus folgt, dass weder beim Gesamtanteil der Myopie noch beim Anteil der deutlichen Myopie ab $-1,25$ Dpt deutliche Unterschiede zwischen Quito und Ibarra vorliegen:

- Myopie gesamt:
 - Quito: 4,1%,
 - Ibarra: 4,23%,
- deutliche Myopie (ab $-1,25$ Dpt):
 - Quito: 1,13%,
 - Ibarra: 1,66%.

Die Hyperopie dagegen wurde in Quito seltener gemessen als in Ibarra: 61,89% versus 66,21%. Ähnlich wie ohne Zyklusplegie sind bei den sphärischen Brechungsfehlern die Unterschiede zwischen beiden Städten nicht statistisch signifikant (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p=0,099$). Astigmatismus, gemessen unter Zyklusplegie, ist ebenfalls in Quito statistisch signifikant häufiger als in Ibarra (53,48% versus 49,29%; Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p=0,044$).

Auch in der Multi-Länder-Studie deuten sich Unterschiede zwischen Großstadt und ländlicher Bevölkerung hinsichtlich der Myopie an^G: Im ländlichen Südindien liegt der Anteil bei 4,1 %, in New Delhi dagegen bei 7,4%. Dass der Anteil in Nepal mit 1,2% am geringsten und in China mit 16,2 % am höchsten ist, mag eher auf ethnische Unterschiede bezüglich der Myopierate zurückzuführen sein.

Die Arbeitsgruppen aus Südindien und New Delhi haben auch das Ausbildungsniveau der Eltern berücksichtigt. Sie stellten einen Zusammenhang zwischen Vorhandensein einer Myopie und höherem Bildungsniveau des Vaters fest, sie unterstellen bei den Kindern mehr Lesebeschäftigung, was die Hypothese bestärkt, dass Lesen und Naharbeit eine Myopie fördern können [4,31]. Insgesamt sind Myopie-induzierende Einflüsse weiter Gegenstand der Forschung [68].

Ohlsson et al. aus Schweden [57] untersuchten 1046 Kinder im Alter von 12 bis 13 Jahren und stellten bei 45% der Kinder eine Myopie (Myopie $\leq -0,5$ Dpt.) fest. Dieser Anteil ist um ein Vielfaches höher als bei unseren 12-15-Jährigen.

Die Studie aus Usbekistan [48] bei 6027 Kindern im Alter von 6 bis 17 Jahren ergab einen Anteil von 4,0% bei geringer Myopie (mittlere Refraktion bei $-1,60 \pm 0,05$ Dpt), und von 0,6% bzw 0,5% bei mittlerer bzw. hoher Myopie (mittlere Refraktion bei $-4,71 \pm 0,14$ Dpt., bzw. bei $-8,61 \pm 0,39$ Dpt).

Der Anteil der myopen Probanden steigt mit dem Alter unterschiedslos in Quito und Ibarra.

^G Bei uns wurde die sphärische Refraktion als höchster hyperoper Wert, der Zylinder als Minuswert eingegeben. Das sphärische Äquivalent, das in die Multi-Länder-Studie eingeht, addiert den halben Zylinderwert, ist damit in Abhängigkeit von der Zylinderstärke mehr in Richtung Myopie gelegen.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Hyperopie und dem Alter wurde nicht festgestellt. Astigmatismus nimmt in unserer Studie mit dem Alter ab: der Anteil beträgt 42,12% bei den jüngsten, 30,91% bzw. 30,34% bei den älteren Kindergruppen.

Legen wir jedoch die in **Zykloplegie gemessenen Refraktionen** zugrunde, wobei ja die größeren Abweichungen zugunsten einer höherer (Goldstandard-) Hyperopie gefunden wurden, so ist eine Myopiezunahme mit dem Alter ebenfalls vorhanden: der Anteil beträgt 1,12% bei den Jüngsten, 8,55% bzw. 11,36% bei den beiden älteren Gruppen. Die Hyperopie nimmt dagegen mit dem Alter ab: Die Werte erreichen 67,49% bei den Jüngsten, 64,08% bzw. 48,11% bei den beiden älteren Gruppen. Ähnlich wie in Indien und China ist der Astigmatismus unter Zykloplegie mit dem höheren Alter assoziiert: Der Anteil macht 44,86% bei den Jüngsten und 60,92% bzw. 59,85% bei den älteren Kindern aus.

In allen Ländern der Multi-Länder-Studie war die Zunahme der Myopie-Häufigkeit mit dem weiblichen Geschlecht und dem Alter assoziiert.

In Indien war die Häufigkeit des Astigmatismus (ab -0,75 Dpt) mit dem weiblichen Geschlecht und höherem Alter assoziiert, in China mit dem höheren Alter, nicht aber mit dem Geschlecht und in Chile mit dem jüngeren Alter und dem weiblichen Geschlecht [22,61].

Anisometropie

Sowohl in Quito als auch in Ibarra war in jeder Altersgruppe am häufigsten eine geringe sphärische und zylindrische (1,00 Dpt und weniger) Anisometropie zu finden: Der Anteil liegt jeweils über 61%. Nur bei Kindern aus Quito ist zu erkennen, dass die Häufigkeit der sphärischen Anisometropie mit dem Alter abnimmt: 70,61% bei den Jüngsten und 67,32% bzw. 63,93% bei den beiden älteren Gruppen. Bei einer hohen Anisometropie von 1,25 Dpt und mehr wurde kein signifikanter Zusammenhang mit dem Alter festgestellt. In Quito haben 5,36% eine hohe sphärische bzw. 5,71% eine hohe zylindrische Anisometropie, für Ibarra liegen die Werte bei 5,62% bzw. 4,11%.

In der Multi-Länder-Studie wurde auf eine Anisometropie nicht weiter eingegangen.

Die schon erwähnte Studie von Ohlsson et al. (Schweden) [57] stellte bei 3,3% der 1046 Kindern im Alter von 12 bis 13 Jahren eine Anisometropie von 1,5 Dpt und mehr fest.

Dobson und Mitarbeiter untersuchten 1041 Kinder im Alter von 4 bis 13 Jahren in Arizona (USA) [16]: 6,7% hatten eine Anisometropie von 1,00 Dpt und mehr sphärischen Äquivalents und 15,0% zylindrischen Äquivalents. Auch hier konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anisometropie und dem Alter bzw. dem Geschlecht feststellen werden.

4.4 Visus

Für die Visusprüfung benutzten wir den HTVO-Test nach Sheridan Gardiner in drei Meter Abstand. Dieser Test ist unseres Wissens nicht der DIN-Norm angeglichen, d. h. im Schwellenbereich gegen Landoltringe geprüft. Während E-Haken mit etwas besserer Sehschärfe angeglichen sind, ergibt sich bei Buchstaben und anderen Symbolen das zusätzliche Problem der ungleichen Verwechslungshäufigkeit zwischen den einzelnen Sehzeichen eines Tests [9,10]. Der Grund für die Entscheidung der örtlichen Studienleitung lag darin, ohne weitere Übungen möglichst alle Altersgruppen lückenlos mit dem gleichen und international gebräuchlichen Sehtest zu erfassen und damit untereinander vergleichbar zu halten. Diese Entscheidung geht jedoch zu Ungunsten einer exakten Vergleichbarkeit mit anderen Studien, die andere Sehteste

wie E-Haken und Landoltringe verwendeten.

Bei den von uns als subnormal eingestuften Visusergebnissen ($\leq 0,63$) zwischen der Region Quito (17,35%) und Ibarra (16,05%) lassen sich keine wesentlichen Unterschiede finden; ebenso wenig und statistisch nicht signifikant (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p = 0,3568$) bei den als deutlich sehbehindert^H eingestuften Visuswerten von $\leq 0,3$ (2,51% in Quito, 2,94% in Ibarra).

In der Multi-Länder-Studie wurde ein Visus (E-Haken) von 0,5 und schlechter als Kriterium für deutliche Sehbehinderung genommen: In Chile [49] lagen 15,8% aller Kinder ($n = 5303$) mit einer unkorrigierten Sehschärfe auf mindestens einem Auge darunter, in China [76] 12,8% ($n = 5884$), in Nepal [62] 2,9% ($n = 5067$), in Südindien [14] 2,7% ($n = 4074$) und in New Delhi [50] 6,4% ($n = 6447$). In unserer Studie haben 10,52% aller Kinder ($n = 2275$) in Quito mindestens auf einem Auge einen Visus von 0,5 und schlechter und in Ibarra 9,01% ($n = 3842$).

Wenn wir unterstellen, dass Buchstaben als Optotypen etwas bessere Visuswerte ergeben, so sind unsere Ergebnisse etwa auf dem Niveau der chinesischen Werte anzusiedeln und unterscheiden sich deutlich von denen in Nepal und Indien. Gründe für diese Unterschiede zu finden wäre spekulativ mangels genauer Kenntnisse über Bevölkerung, soziale und kulturelle Gegebenheiten sowie über genaue Aufschlüsselung von und Beziehung zu möglichen Ursachen wie Refraktionsanomalie und Amblyopie/organische Befunde.

4.5 Langtest II

Feine Random-Dot-Stereopsis gilt als Zeichen hochentwickelter Binokularität. Seitendifferenter Visus stört die Entwicklung und Qualität erheblich. Mangelnde Stereopsis, oder sogar Fehlbenennung der Objekte im Langtest [55], sind somit auch ein Indikator für Amblyopie bei Mikrostrabismus und Anisometropie. Der Langtest I (und II) ist aus diesem Grund nahezu Routine bei allen orthoptischen Untersuchungen in Augenarztpraxen in Deutschland und vielen europäischen und außereuropäischen Ländern. Er ist einfach durchzuführen und gilt somit auch als gut geeignet für Screeninguntersuchungen [18, 46,53].

Unsere Erwartung, mit dem Langtest II für unsere Studie diesen empfindlichen Indikator zu haben, wurde jedoch nicht erfüllt. Eine sichere Korrelation zu einseitiger Visusminderung und Strabismus (Amblyopieverdacht) war nicht herzustellen. Auch ließ sich die (patho-) physiologische Gegebenheit, dass geringer querdisperate und kleinflächigere Anteile schwieriger erkannt werden, in unserer Studie nicht nachvollziehen. Paradoxerweise wurde viel häufiger das kleinste und am geringsten querdisperate Objekt positiv angegeben, andere Objekte jedoch gar nicht.

Bei den Probanden mit unvollständigem Langtest II (Quito 9,98%, Ibarra 6,85%) wurde am häufigsten der Mond (200`` Querdisparation), weniger das Auto (600``) und noch weniger der Elefant (400``) positiv angegeben.

Auch von den 21 Kindern, die einen manifesten Strabismus hatten,

^H In Deutschland wäre bei einer Sehschärfe von 0,3 auf dem besseren Auge eine Sehbehindertenschule angeraten.

haben alle den Mond erkannt, 13 Kinder noch zusätzlich das Auto und 12 Kinder den Elefanten.

Wir müssen daher von einem hohen Anteil falsch positiver Stereopsis in unserer Studie ausgehen.

Die Gründe hierfür sehen wir einmal in den Testeigenheiten. Gegenüber dem Langtest I hat der Langtest II eine geringere Dichte der Punkte (Schwärze). Nach subjektivem Eindruck sind einzelne Objekte bei Kopf- oder Testkartenbewegung auch monokular zu erkennen oder zu lokalisieren. Das monokular sichtbare Fixationsobjekt Stern dient zwar der binokularen Fokussierung auf die Testebene, es steht jedoch in Nachbarschaft zum Objekt Mond. Wir vermuten in diesem Umstand einen Grund für die paradoxen Befunde. Offenbar fand in den großen Kindergruppen in hohem Maße eine Kommunikation über die Objekte statt.

Abfrageungenauigkeiten bzw. mangelndes Nachfragen seitens der Untersucher sind zusätzlich nicht ganz auszuschließen. Dass der Elefant, obwohl von der Fläche her groß und stärker querdysparat als der Mond, am wenigsten benannt wurde, mag daran liegen, dass nur wenige Kinder in Ecuador einen Elefanten kennen. Dies Tier ist nicht einheimisch und wird auch in Kinder- und Schulbüchern wenig dargestellt. Zusätzlich verweigerten öfter kleinere Kinder ängstlich die Beantwortung des Testes.

Unsere Erfahrungen korrespondieren mit denen anderer Autoren. Ohlsson et al. fanden mit dem Langtest II an 1046 schwedischen Kindern zwischen 12 und 13 Jahren einen hohen Anteil falsch negativer Ergebnisse bei Strabismus und Amblyopie [58]. Dies trifft auch für andere (n=5) Stereotests zu, die insgesamt eher Strabismus als Amblyopie identifizieren [56]. Auch die Studie von Huynh und Mitarbeitern aus Australien [32] zeigt, dass der Langtest II allein nicht für ein Screening auf Amblyopie, Anisometropie und Strabismus geeignet ist. Bei den 1765 sechsjährigen Kindern war die Sensitivität des Tests für Anisometropie nur 21,4%, für Amblyopie 31,3% und für Strabismus 30%.

Somit scheint der Langtest II eventuell mehr als der Langtest I problematisch in der Bewertung bei Screeninguntersuchungen zu sein. Andererseits ist das (patentierete) Zylinderraster-Verfahren wesentlich vorteilhafter als solche, die Polfilter oder Rot-Grün-Brillen erfordern. Es wäre wünschenswert, wenn sich Patentinhaber und Hersteller mit Kinderophthalmologen und Wissenschaftlern zur Entwicklung eines besser definierten Tests mit flächengleichen, einfachen und weltweit bekannten Symbolen zusammenfänden. Darüber hinaus ist bei Screeninguntersuchungen auf isolierte Präsentation in Einzelkonfrontation Untersucher zu Proband zu achten.

4.6 Augenerkrankungen in Quito und Ibarra

Blepharitis

Zeichen einer Lidrandentzündung lagen bei einem deutlichen Teil der Kinder vor (23,69% aller Kinder in Quito und 27,10% aller Kinder in Ibarra). Wenngleich eine Differenzierung in verschiedene Formen nicht vorgenommen wurde, so handelte es sich meist um eine leichtere squamöse Form. Dies ist im Vergleich zu anderen Studien ein sehr hoher Anteil.

In Südindien hatten 0,93% der Kinder eine Blepharitis, in New Delhi 1,0%. In anderen Ländern der Multi-Länder-Studie wurde allgemein von entzündlichen Lidveränderungen gesprochen: bei 0,60% der Kinder in Chile, 1,03% in Nepal und 1,48% in China.

Unter den multifaktoriellen Ursachen [36,37,44] wie ektodermale Disposition, manifeste Hauterkrankungen und lokale Infektionen werden als begünstigende Faktoren auch nicht auskorrigierte Refraktionsfehler und äußere Reize wie Staub, Rauch und trockene Luft in Betracht gezogen. Die Höhenlage (über 2000m über dem Meeresspiegel) würde in diesem Zusammenhang die trockene Luft erklären. Aus persönlicher Erfahrung kann die stark staubige Umgebung, vor allem in den Schulen von Ibarra bestätigt werden; die Blepharitis-Fälle in Ibarra sind auch statistisch signifikant häufiger als in Quito (Chi-Quadrat nach Pearson Test, $p = 0,003$).

Blepharitis und Astigmatismus

In Ecuador haben insgesamt 25,83% der von uns untersuchten Kinder eine Blepharitis und 31,52% Astigmatismus. Die Kombination aus beiden Pathologien haben 7,67% der Kinder. Dem offensichtlich endemischen Auftreten von Blepharitis sollte innerhalb des Gesundheitssystems von Ecuador Aufmerksamkeit gegeben werden. Innerhalb der Studie waren eine nachgehende Ursachenforschung und therapeutische Maßnahmen nicht möglich.

Andere Pathologien

Ein Pterygium ist bei Kindern in unseren Breiten extrem selten. Langjährige Sonnenexposition gilt allgemein als auslösender Faktor [37]. Den Anteil von 9 Kindern in Quito (0,40%) und 10 Kindern (0,26%) in Ibarra halten wir für sehr hoch und beachtenswert. Dies deutet auf eine hohe und ungeschützte UV-Exposition in den großen Höhen hin. Entsprechende u.a. dermatologische Erkrankungen müssen für spätere Lebensjahre befürchtet werden.

Andere pathologische Augenbefunde außer Brechungsfehlern wurden bei weniger als 1% der Kinder festgestellt und sind somit als Einzelfälle zu betrachten. Der gravierendste Befund war ein Verlust des Auges in Folge einer perforierenden Verletzung bei jeweils einem Kind in beiden Regionen.

In der Multi-Länder-Studie [14, 49, 50, 62,76] sind ein geringer, gegenüber unseren Befunden jedoch höherer Prozentsatz mit Augenpathologien: Vorderabschnittspathologien (HH-Narben, Pupillenanomalien und Linsentrübungen) wurden bei 0,23 bis 1,54% der Fälle beschrieben und Funduspathologien bei 0,7 bis 1,8%. In New Delhi sind einige Fälle von beidseitiger Linsenluxation, Aphakie und Pseudophakie beschrieben worden, die sich bei uns nicht finden. Rückschlüsse auf die gesamte Bevölkerung erlauben sich nicht.

4.7 Amblyopie, Strabismus

Amblyopie

Unsere Studie erfasst alle Visusminderungen. Hierfür ursächliche Pathologien des Augenhintergrundes und der brechenden Medien wurden umgehend untersucht und sind äußerst gering. Ophthalmoskopisch nicht erkennbare und elektrophysiologisch abzuklärende Degenerationen sind dabei nicht eingeschlossen, werden jedoch von uns für gering gehalten. Die Differenzierung der Visusminderungen ohne morphologischen Befund in reine Refraktionsanomalien und solche, die auch mit optimaler Brillenkorrektur keine bzw. keine vollständige Besserung der Sehschärfe erreichen (=Amblyopie plus evtl. Anteil von Degenerationen), sollte innerhalb des nachsorgenden Gesundheitssystems erfolgen. Da für die Brillenversorgung auch bei Kindern in Ecuador ausschließlich Optiker fungieren, wurden diese eingebunden. Dies war insbesondere deswegen sinnvoll, weil wir eine weitgehende

Finanzierung etwaiger neuer Brillen ohne Belastung der Familien über einen Fond anbieten konnten. Die Rückmeldungen von den Optikern über die Sehschärfe mit neuer bestmöglicher Korrektur sollte die Amblyopiehäufigkeit abschätzen lassen.

Wir sind von einer hochgradigen Akzeptanz dieses Angebots ausgegangen. De facto sind jedoch Rückmeldungen/Optikerbesuche von weniger als zwei Drittel erfolgt, nämlich 58,71% (593 von 1010 Kindern). Von diesen erreichten trotz Korrektur 153 (2,50 % aller Probanden) keine ausreichende Sehschärfe ($>0,63$), davon 100 beidseitig und 53 einseitig (rechtes oder linkes Auge). Diese 153 Kinder sind also als amblyop einzustufen. Hochgerechnet auf 1010 Kinder von der Gesamtheit der Probanden ergibt sich ein Prozentsatz von 4,27 als Amblyopie-Verdacht (s. Tabelle 101 und 102 im Anhang).

Zur Vergleichbarkeit mit anderen Studien, die einen Visus von 0,5 und schlechter als Kriterium für Amblyopie nehmen, sind bei unseren Rückläufern 36 Kinder (61 Kinder, hochgerechnet auf 1010), davon 20 beidseitig und 16 einseitig (rechtes oder linkes Auge) als nicht besser korrigierbar einzustufen. Dies entspricht 0,59% aller Probanden/Altersgruppen oder 1% hochgerechnet auf 1010 Kinder von der Gesamtheit der Probanden.

Dies liegt deutlich unter den 1979 von Haase und Mühlig [25] festgestellten 4,8% bei Schulanfängern, über den der schwedischen Untersuchungen 0,9 % bei 10-Jährigen [42] und 1,1% bei 12-13-Jährigen [57]. Wegen der unterschiedlichen Altersgruppen und Zeiträume sind diese untereinander nicht vergleichbar.

Inzwischen ist auch in Deutschland die Amblyopiehäufigkeit geringer, allerdings „für Gegenden ohne gute Vorsorge und sozial schwächerer Bevölkerung ist die Rate bei Einschulung noch immer bei 5%. Für manche gut versorgten Gebiete, wie den Hamburger Norden haben wir Amblyopieraten bis hinab zu 1% gefunden, Schielraten 2-3% - früher auch für Schielen 5-6%.“ (Prof. Dr. W. Haase, persönliche Mitteilung (Zitat), 2010)

Ebenso ist in Schweden der Anteil **hochgradigen** Amblyopien seit der Einführung der Screeninguntersuchungen von 2% auf 0,2% reduziert worden [43]. Dort ist die Sehschärfepfung bei 4-jährigen Kindern seit den 70er Jahren fester Bestandteil der Vorsorgeuntersuchung.

In der Multi-Länder-Studie [14, 49, 50, 62,76] zeigt sich eine Häufigkeit für Amblyopie/Sehminderung (=beste korrigierte Sehschärfe von 0,5 und weniger auf dem besseren Auge) wie folgt: in ländlichen Indien 0,78% der Kinder, in New Delhi 0,81%, in China 1,8%, in Nepal 1,4% und in Chile 7,4%. Bevölkerungsauswahl, Versorgungsstand innerhalb des Gesundheitssystems zeigen vermutlich deutliche Länderdifferenzen, so dass die Zahlen amblyoper Probanden eingeschränkt vergleichbar sind.

Als Ursache von Amblyopien in unserer Studie kommen eher Refraktionsanomalien in Frage, da die Stellungsabweichungen (s. u.) sehr gering sind und Deprivationsfaktoren anderer Art (Medientrübungen) nicht gefunden wurden. Nichtauskorrigierte Refraktionsfehler im Kindesalter können zur Refraktionsamblyopie und Strabismus führen. Multiple Studien von Abrahamsson, Ingram, Atkinson und Haase¹ zeigen, dass im Alter von 12 Monaten beim Vorliegen einer Hyperopie von +2,5 Dpt das Amblyopie-Risiko um 20-30% ansteigt, bei +4,0 Dpt sogar um 60% und bei einem Astigmatismus von 1,0 Dpt um 35% [1,23,24].

¹ Studien von Sjöstrand und Abrahamsson 1990, Ingram et al. 1996, Atkinson 1986 und Abrahamsson et al. 1988, 1990, 1991 zitiert nach W. Haase

Stellungs- und Motilitäts-Abweichungen

Bei 58 Kindern aus Quito (2,55%) und 78 Kindern (2,03%) aus Ibarra fanden wir eine auffällige Motilität. Mehr als die Hälfte (in Quito 38 Kinder, in Ibarra 45 Kinder) waren in Form von leichter bis deutlicher Überfunktion des Musculus obliquus inferior auffällig mit daraus resultierendem **V-Syndrom** insbesondere im oberen Blickfeld. Bei guter Kompensation und Beschränkung auf das obere Blickfeld ergeben sich hieraus nicht zwangsläufig Amlyopierisiken und Behandlungsbedürftigkeit.

Schielraten von 2-3% gegenüber 5-6% vor wenigen Jahrzehnten werden für Deutschland angegeben (Prof. Dr. W. Haase, persönliche Mitteilungen 2010)

Andere Motilitätsstörungen waren nur in Einzelfällen zu verzeichnen und sind ebenfalls nicht zwangsläufig Amblyopieursache: Quito 2 Kinder (0,09%) ein Retraktions-Syndrom und Brown-Syndrom, in Ibarra jeweils ein Kind (0,03%) ein Brown-Syndrom und Retraktions-Syndrom sowie 2 Kinder (0,05%) eine Trochlearis-Parese.

Ein Nystagmus (ohne weitere Klassifizierung und Abklärung) fand sich bei einem Kind in Quito und 4 Kindern in Ibarra (0,10%). Aus technischen Gründen der Zusammenfassung von Eingaben in die sehr großen Dateien sind diese Patienten nicht im Einzelnen verfolgbar.

In der Multi-Länder-Studie wurden Motilitäts-Störungen nicht untersucht.

Stellungsabweichungen in Primärposition waren selten: **Hirschberg-Test** auffällig bei 17 Kindern aus Quito (0,75%) und 24 Kindern aus Ibarra (0,62%)- hierbei gehen auch dekompenzierte Exostellungen ein, die oft kein Amblyopiefaktor sind, sowie nicht Pupillenzentral verlaufenden Sehachsen. Einen auffälligen Befund beim **Cover-Test für die Ferne** hatten wir in Quito bei 1,41% der Kinder, bei 0,94% in Ibarra. Dabei fand sich ein **manifeste Strabismus** (Heterotropie) in Quito bei 12 Kindern (0,53%) und in Ibarra bei 29 Kindern (0,75%). Das heißt in Quito mehr als in Ibarra ein deutlicher Anteil latenter Abweichungen. Diskrepanzen zwischen Hirschberg- und Covertest sind zu vermerken. Beide ergeben jedoch einen Anteil manifeste Stellungsabweichungen von 0,5% bis 0,75 %.

Wir erinnern in diesem Zusammenhang daran, dass in alten lateinamerikanischen Kulturen (Inka) ein Strabismus convergens als Schönheitsideal galt und mit „Schielperlen“ vor der Stirn versucht wurde zu provozieren. Somit waren Stellungsabweichungen bei der Urbevölkerung vermutlich selten, was sich bis in die jetzige Bevölkerung fortschreibt.

Deutlich mehr Auffälligkeiten ergab der **Cover-Test für die Nähe** (5,28% in Quito, bzw. 5,44% in Ibarra) im Vergleich zum gleichen Test für die Ferne mit einer 4-5fachen Steigerung. Die Ursachen hierfür sind nachträglich nur zu vermuten^J. Sie könnten in einer unzureichenden Akkommodation (und damit auch der Konvergenz) auf das Nahobjekt liegen sowie in unzureichenden Akkommodationsanforderungen in dem Objekt selbst (Exophorie). Anomalien im Akkommodations-Konvergenz-Verhältnis oder nicht auskorrigierte oder falsch korrigierte Refraktionsfehler können ebenso akkommodative Heterophorien bedingen [64].

In einer Studie von Ohlsson und Mitarbeiter aus Schweden [57] wurde bei 12- bis 13-Jährigen Kindern in 2,7% der Fälle ein manifeste Strabismus festgestellt worden. Grund für diesen 4 bis

^J Zu erwähnen wäre die evtl. Ungenauigkeit der Untersuchung/Aufzeichnung, die aufgrund der großen Probandengruppen, Umgebung bei der Prüfung nicht auszuschließen ist.

5mal so großen Anteil könnte in ethnischen oder genetischen Unterschieden liegen.

In der Multi-Länder-Studie werden nur **Heterotropien** aufgeführt, am häufigsten eine Exotropie:

- ländliches Indien: 1,8% eine Tropie für die Ferne, 1,9% für die Nähe (davon 72% bzw. 71% als Exotropie)
- New Delhi: 0,53% eine Tropie (Esotropie und Exotropie für die Nähe und Ferne)
- China: 2,8% eine Tropie, hauptsächlich eine **Exotropie** für die Nähe und Ferne
- Nepal: 2,1% eine Tropie, (0,53% Nahexotropie)
- Chile: 9,86% eine Tropie (7,52% Nahexotropie)

Wir lassen dies unkommentiert, verweisen auf einen hohen Anteil von Stellungsabweichungen im südlichen Lateinamerika (Chile).

4.8 Autorefraktometer, Zyklusplegie

Als beste Methode, die Refraktion bei Kindern zu bestimmen, gilt eine Skiaskopie in Zyklusplegie [60], insbesondere bei jüngeren Kindern [74]. Den Vorteilen des kostengünstigen leicht tragbaren Instrumentariums und der gleichzeitigen Darstellung der brechenden Medien im regredienten Licht stehen die Erfordernisse an Zeit und Ausbildung der Untersucher sowie die Notwendigkeit eines ausreichend abgedunkelten Raumes entgegen. Die Untersuchung ist mit und ohne Zyklusplegie möglich [7]. Der Vorwurf einer gewissen Subjektivität dieser Untersuchung ist für geübte Untersucher zu entkräften.

Wir haben uns für die Messung mit dem Autorefraktometer entschieden, da die Kinder der Studie ausreichend alt und kooperativ waren, um die Untersuchung ohne Hilfspersonen in kurzer Untersuchungszeit durchzuführen. Refraktionsmessungen ohne und mit Zyklusplegie mit dem Autorefraktor sollten aufzeigen in welcher Altersgruppe und welche Abweichungen hierbei vorkommen und ein Vergleich mit dem Videorefraktometer erfolgen.

Sphärischer Wert

In jeder Altersgruppe veränderte sich statistisch signifikant der hyperope sphärische Wert unter Zyklusplegie im Mittel um 1,08 Dioptrien, Richtung höhere Hyperopie. Dabei wurde die Abweichung umso größer, je höhere Werte der Autorefraktometer unter Zyklusplegie gemessen hat. Außerdem ist diese Abweichung noch vom Alter abhängig: bei den 5-bis 7-Jährigen nimmt diese Abweichung für jede höhere Dioptrie um 0,307 Dioptrien zu, bei den 8- bis 11-Jährigen um 12- bis 15-Jährigen um 0,214 Dioptrien zu.

Diese statistisch signifikante Aussage könnte man als grobe Orientierung benutzen, z.B.: ARo misst 0,5 Dpt -> ARm müsste dann etwa 1,5 Dpt messen, ARo misst +2,5 Dpt -> ARm etwa +4,5 Dpt.

Trotz dieser Formel ist eine Messung mit ARo nicht für sichere kindliche Refraktionsbestimmung und noch weniger für Brillenverordnung geeignet. Das Hauptproblem waren die falsch negativen Werte aufgrund der kindlichen Akkomodation.

Wir haben die Einteilung der Brechungsfehler (s.4.5.) gegenüber dem ARm als Goldstandard gestellt (s. Tabellen 91 und 92 im Anhang). Daraus resultiert, dass vor allem bei Grenzwerten für geringe Hyperopie extreme Abweichungen Richtung Myopie, sogar bis auf hohe Myopie gegeben sind: insgesamt 49,1% waren falsch negativ.

Bei Einzelnen der jüngsten Kinder zeigt sich sogar bei geringen hyperopen Werten unter Zyklusplegie eine maximale Abweichung von 11 Dpt Richtung Myopie ohne Zyklusplegie.

Dies weist auf eine starke Akkomodation hin.

Zylindrischer Wert

Ein Zylinderwert, gemessen mit ARo verändert sich im Vergleich zu ARm nur gering und die Veränderung ist nicht vom Alter abhängig. Die mittlere Abweichung beträgt 0,044Dioptrien. Für jede, mit dem ARm gemessene Zylinder-Dioptrie, steigt diese Abweichung um weitere 0,017 Dpt.

Die Zylinderwerte werden somit deutlich präziser ohne Zyklusplegie gemessen als sphärische Werte (s. Tabellen 93 und 94 im Anhang).

Dies deckt sich mit Untersuchungen von Zhao und Mitarbeiter [75] an 4973 Kindern im Alter von 7 bis 18 Jahren: bei einer Hyperopie lag die Abweichung bei $-2,98 \pm 1,65$ Dpt., bei einer Myopie: $-0,41 \pm 0,46$ Dpt, bei einem Astigmatismus am geringsten: $-0,08 \pm 0,13$ Dpt.

Cordonnier und Kallay [12] aus Belgien dagegen finden, dass ein Hand-Autorefraktometer Retinomax ohne Zyklusplegie für ein Screening bei Vorschulkindern (bis zum 6. Lebensjahr) gut geeignet ist. Sie untersuchten 1218 Kinder. Bei einer Hyperopie wird eine Sensitivität von 46% und Spezifität von 97% angegeben, bei einem Astigmatismus 37% bzw. 99% und bei einer Myopie 87% bzw. 99%.

Als Kriterium für einen positiven Test wurden folgende Werte gegeben: Myopie > 3 Dpt., Astigmatismus $\geq 2,0$ Dpt., Anisometropie $\geq 1,5$ Dpt. und Hyperopie $> 3,5$ Dpt.

Seit 2000 gibt es ein Autorefraktometer (SureSight®, Welch Allyn) das vor allem für ein Screening von Kindern auf Refraktionsfehler entwickelt worden ist. Die Messung wird in 35 cm Abstand geführt. Durch einen Sensor wird die vom Auge reflektierte Wellenfront analysiert. Dieses Gerät wurde von Büchner und Mitarbeiter aus Münster bei 216 Kindern im Alter von 3,5 bis 4,5 Jahren angewandt um Refraktionsanomalien zu bestimmen [6]. Die Ergebnisse wurden mit einer Kontrollgruppe, die eine Zyklusplegie und Skiaskopie bekommen haben, verglichen. Die Übereinstimmung bei den sphärischen Werten lag bei nur 18,2%, beim Zylinder dagegen bei 82,1%. Somit zeigt diese Studie, dass die Messgenauigkeit des handgehaltenen Refraktometers bei der Sphäre begrenzt ist, bei dem Zylinder jedoch gut mit Tischgeräten vergleichbar ist.

Schimitzek und Schworm [70] untersuchten 128 Patienten im Alter von 1 bis 81 Jahren mit dem SureSight®, Welch Allyn. Ohne Zyklusplegie wurde eine Sensitivität für amblyogene Ametropie von 94% ermittelt, eine Spezifität von 63%. Die Autoren halten das Refraktometer für sehr gut geeignet Screening auf Refraktionsanomalien bei Kindern durchzuführen. Da hier jedoch im Wesentlichen Erwachsene und ältere Kinder untersucht wurden, möchten wir aufgrund unserer Daten (s. auch Videorefraktometer) solche Rückschlüsse in Frage stellen.

Harvey und Mitarbeiter [28] untersuchten 36 amerikanische Vorschulkinder und kommen zu mit unseren Ergebnissen vergleichbaren Werten. Die Messung mit dem ARo weicht im Mittel um 1,66 bis 1,74 Dpt von den Skiaskopie-Werten unter Zyklusplegie ab, Hyperopie wird unterschätzt, Myopie überschätzt und finden auch große Abweichungen in Einzelfällen.

Zusammenfassend halten wir die Messung von Refraktion mit dem Autorefraktor ohne Zyklusplegie bei Kindern für wenig sinnvoll. Für eine exakte Brillenbestimmung ist immer eine Zyklusplegie erforderlich, dies betrifft auch Teenager. Die im Einzelfall nicht kalkulierbare

Abweichung in Richtung geringere Hyperopie/Myopie, die zunehmende Missweisung bei höheren Refraktionsanomalien und der hohe apparative Aufwand macht den Einsatz für Screeninguntersuchungen bei Schulkindern nicht empfehlenswert.

4.9 Videorefraktometer

In unserer Studie haben wir die Messergebnisse vom Videorefraktometer mit den Ergebnissen vom Autorefraktometer unter Zykloplegie verglichen. Die Achsenlage des Zylinders bleibt dabei unberücksichtigt.

Sphärischer Wert

Die mittlere Abweichung für sphärische Werte (0,16 Dpt) liegt deutlich unter den Vergleichswerten des Autorefraktometers ohne Zykloplegie. Wir führen dies auf den größeren Meßabstand (1 m) des Videorefraktometers zurück, der Akkommodation in wohl geringerem Maße aufkommen lässt. Allerdings ist der Anstieg der Abweichung bei höheren Refraktionen größer (0,48 pro D bei jüngeren, 0,26 pro D bei den älteren Kindern). Die Übereinstimmung mit dem ARm lag bei 55,70% (s. Tabellen 95 und 96 im Anhang).

Die Tendenz, eher falsch positivere Werte zu messen [67](= 20% falsch positiven Rate) können wir mit gleicher Größenordnung bestätigen.

Bei 25,64% hat der VR eine höhere Hyperopie gemessen als ARm und bei 0,18% eine höhere Myopie. So finden sich 26,36% im Bereich der kritischen Refraktion (falsch positiv).

Allerdings konnten wir auch 17,94 % der VR-Messungen im unkritischen Bereich finden, die mit dem AR dem kritischen zugeordnet sind (falsch negativ). Dieser Bereich wird in anderen Studien [67] meist nicht aufgezeigt.

Auffällig sind einzelne erhebliche Abweichungen, die z.B. eine Hyperopie von 11,5 D (ARm) im Emmetropiebereich ansiedeln^K. Diese Hyperopie liegt deutlich über dem Messbereich (+7,0 D) des VR, sie wird jedoch nicht im Sinne eines Deckeneffektes im oberen Messbereich gefunden und würde als hochkritische Refraktion der Entdeckung mit dem VR entgehen.

Myopien sind bei unserer Studie selten. Bei den einzelnen Probanden jedoch waren die Messungen relativ genau, die falsch negativen bzw. falsch positiven Fälle liegen unter einem Prozent.

Zylindrischer Wert

Der zylindrische Wert der Refraktion wird mit dem VR eher überschätzt, die mittlere Abweichung zum ARm beträgt 0,43 Dioptrien. Diese Abweichung steigt mit Ausmaß des Zylinders und zusätzlich mit dem Alter: Anstieg pro Zylinder-Dioptrie 0,29 bei den jüngsten, 0,48 bei den beiden höheren Altersgruppen. Eine Übereinstimmung VR/ARm von 63,36%, von falsch positiven Befunden von 26% und niedrigen (10,64%) falsch negativen Befunden lassen das VR eher für Screening-Untersuchungen als für eine exakte Brillenbestimmung günstig erscheinen (s. Tabellen 97 und 98 im Anhang).

^K ein 10-Jähriges Mädchen, Visus sc R=0,16, L=0,25, keine weiteren Pathologien, kein Astigmatismus, ARm R= +11,5, L= +10,5, dagegen VR R= +2,75, L= +3,0

Einzelwerte (VR $-13D$ gegenüber AR m $-8,5 D$) stoßen offensichtlich an die Meßbereichsgrenzen der Apparate (der Messbereich des Canon R 50 liegt bei dem Zylinder von 0 bis $\pm 10,00$ dpt., beim Videorefraktometer zwischen $+5$ Dpt und -7 Dpt.).

Anisometropie

Die gleichzeitige Messung beider Augen mit dem Videorefraktometer lässt Anisometropien umgehend erkennen [11]. Im Vergleich zu den ARm – Befunden ist auch hier eher eine Überschätzung gegeben, was sich nicht zwangsläufig allein aus der Überschätzung sphärischer und zylindrischer Refraktion ergibt. Bei einer sphärischen bzw. zylindrischen Anisometropie lag eine Übereinstimmung mit dem ARm bei nur 57,95 % bzw. bei 58,09%. Bei enger Grenzziehung kritischer Werte zeigte das Videorefraktometer 28,89% bzw. 28,35% falsch positive und 13,16 % bzw. 13,56% falsch negative Befunde (s. Tabellen 99 und 100 im Anhang).

Die einfache Handhabbarkeit, Distanzmessung ohne Zykloplegie für beide Augen gleichzeitig machen das VR attraktiv für Vorsorgeuntersuchungen auf Refraktionsanomalien bei Kindern. Die meisten Studien sehen gute Tauglichkeit [5, 11, 21, 67,69], jedoch wird die Exaktheit für eine genaue Brillenverordnung bezweifelt. Auch Untersuchungen an Säuglingen und Kleinkindern [2] teilen diese Auffassung bei einer mittleren Abweichung des sphärischen Äquivalentes innerhalb einer Dioptrie bei ca. 95% der Probanden. Sie sehen allerdings auch hohe Abweichungen der Zykloplegierefraktion (max. 16 D) bei 8 von 150 Probanden (=5,3%). Wir stellen in diesen Zusammenhang unsere Einzelfall-Erfahrung der Nichterkennung extrem hoher Hyperopie (s.o.) und halten es für wesentlich gerade diese Probanden genau darzustellen. Es wäre fatal, wenn gerade hochkritische Befunde besonders stark nivelliert werden.

Wir meinen, dass insbesondere Säuglinge und Kleinstkinder bisher in unzureichender Probandenzahl in den Studien vertreten sind und auch nicht altersabhängig ausgewertet wurden. Gerade bei dieser Altersgruppe wäre es von Bedeutung höhere Hyperopien zuverlässig zu erkennen. Ob Vergleichsmessungen an bereits entdeckten und vorversorgten Patienten hierüber Aufschluss geben können, ist unsicher, da Brillenerfahrung das Akkommodationsverhalten verändert und eine native Screeningsituation nicht mehr gegeben ist. Weniger bedenklich sehen wir, unsere Erfahrungen zur Erkennung eines Astigmatismus und einer Anisometropie (innerhalb des Meßbereichs) auf Säuglinge und Kleinstkinder zu übertragen.

Zusammenfassend: ein Videorefraktometer wegen der Schnelligkeit und gleichzeitiger Messung von beiden Augen ist gut geeignet für große Probandengruppen. Beim Screening auf Refraktionsfehler werden über 20% der Probanden als falsch positive eingestuft. Dies ist aus wirtschaftlichem Aspekt kostengünstig. Die Rate der nichtentdeckten Fälle (falsch negative) bei einem Screening auf Amblyopie ist mit über 15% zu hoch.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen eines **internationalen Projektes** mit EU-Förderung wurden 6143 Schulkinder im Alter von 5 bis 15 Jahren in Ecuador untersucht. Die öffentlichen Schulen lagen in Ibarra, einer ländlichen Kleinstadt im Norden und in zwei Stadtteilen der Hauptstadt Quito. Diese Studie repräsentiert weniger begüterte Schichten der Bevölkerung.

Ziel der Untersuchung waren Sehfunktion, Amblyopie und diese erzeugende Faktoren – insbesondere Refraktionanomalien mit Einsatz von zwei Refraktometern festzustellen. Außerdem sollte die Häufigkeit von Augenerkrankungen sowie der Versorgungsgrad zwischen Hauptstadt und Provinz verglichen werden.

Methoden: Die Sehschärfe wurde mit dem HTVO-Test, das Stereosehen mit dem Langtest II geprüft. Untersucht wurden ferner die Augenstellung mit dem Hirschberg-Test und mit dem Covertest, die Motilität nach Führungsbewegungen, die Vorderabschnitte mit fokaler Beleuchtung, die Hinterabschnitte bei allen mit Zykloplegie refraktionierten Augen mit dem Heine-Ophthalmoskop und der 20-Dpt-Lupe. Die Refraktion wurde bei allen Probanden ohne Zykloplegie mit dem Canon R 50 Autorefraktor und dem Videorefraktometer (Power Refraktor) gemessen. In Zykloplegie wurde die Refraktion ein zweites Mal bei allen 5- bis 6-jährigen Kindern, bei jedem zehnten der höheren Altersgruppen (7-15 Jahre) und zusätzlich bei allen Kindern mit ungenügender Sehschärfe ($\leq 0,63$) erneut gemessen. Letztere wurden weiter an einen Augenarzt bzw. zur Brillenversorgung, wie landesüblich an einen Optiker verwiesen. Die Brille sollte mit Unterstützung durch einen Fond sehr kostengünstig (5\$ Eigenbeteiligung) angeboten werden. Rückmeldung über die cum correctione (cc) erreichte Sehschärfe erfolgte durch die Optiker an die Studienleitung.

Die Befunde wurden aus den anonymisierten Untersuchungsbögen in eine Access Datei eingegeben und mit dem Programm SPSS 16.0 aufgearbeitet und statistisch ausgewertet.

Ergebnisse: Einen reduzierten **Visus** ($\leq 0,63$) auf mindestens einem Auge hatten in Quito 17,35% und in Ibarra 16,05% der untersuchten Kinder. Einen Visus von $\leq 0,3$ (deutlich sehbehindert) hatten 2,51% bzw. 2,94% der Kinder.

Der Anteil der mit Brillen versorgten Kinder war in Quito 4,31%, in Ibarra 2,63%. Ein Teil der Brillen wurde entweder nicht getragen oder war für das Erreichen einer normalen Sehschärfe nicht nötig.

Eine Rückmeldung vom Optiker kam in 58,71% der Fälle (593 von 1010 Kindern). Hierbei hatten 4,27% der Kinder eine Sehschärfe cc von $\leq 0,63$ auf dem besseren Auge und 1% einen Visus $\leq 0,5$. Diese Kinder sind bei fehlendem organischen Befund als amblyop einzustufen.

Bei 58 Kindern aus Quito (2,55%) und 78 Kindern aus Ibarra (2,03%) fanden wir eine auffällige **Motilität**. Die Mehrzahl davon war als V-Phänomen im oberen Blickfeld (Überfunktion des Musculus obliquus inferior) festzustellen: in Quito bei 38 Kindern, in Ibarra bei 45 Kindern.

Manifeste **Stellungsabweichungen** in Primärposition waren selten. Die Ergebnisse des Hirschberg-Tests waren pathologisch bei 17 Kindern aus Quito (0,75%) und bei 24 Kindern aus Ibarra (0,62%). Auffällig waren die Resultate des **Covertests für die Ferne** bei 1,41% der Kinder in Quito, und bei 0,94% der Kinder in Ibarra. Beim **Covertest für die Nähe** wiesen 5,28% der Kinder in Quito bzw. 5,44% in Ibarra einen pathologischen Befund auf. Dieser ist im Wesentlichen als Nahexophorie bei ungenügender Akkommodationsanforderung zu sehen. Für den **Langtest II** ergab sich kein Indikator für Amblyopie, Strabismus und Anisometropie.

Eine sichere Korrelation zu diesen Pathologien war nicht herzustellen. Darüber hinaus zeigte sich bei unvollständigem Stereosehen, dass der geringer querdisparate und kleinflächigere Mond (in Nachbarschaft zum monokular wahrnehmbaren Stern) eher benannt wurde als der stärker querdisparate und großflächige Elefant. Wir vermuten, dass lebhaft praktizierte Kommunikation der Kinder und das spezifische Design des Testes diese Ergebnisse bedingen.

Die häufigste **morphologische Auffälligkeit** war eine **Lidrandentzündung**, die statistisch signifikant häufiger in Ibarra zu verzeichnen war als in Quito (27,10% bzw. 23,69%). Außerdem haben 9 Kinder in Quito und 10 Kinder in Ibarra ein **Pterygium**. Andere Befunde lagen bei < 1% der Kinder vor. Der gravierendste Befund bei je einem Kind in Quito und Ibarra war Verlust eines Auges nach Verletzung.

Refraktion: Die Refraktion wurde mit drei Methoden bestimmt: mit dem Autorefraktometer Canon R50 ohne Zykloplegie (**ARo**), mit dem Videorefraktometer (Power Refractor) ohne Zykloplegie (**VR**) und mit dem Autorefraktometer Canon R50 mit Zykloplegie (**ARm**). Die letztgenannte Methode wird als „Goldstandard“ betrachtet und wurde mit den beiden anderen verglichen.

Ein **ARo** im Vergleich zum **ARm** unterschätzt den sphärischen hyperopen Wert im Mittel um 1,08 Dioptrien (Dpt). Außerdem, je nach Alter, steigt die mittlere Abweichung mit der Zunahme der Hyperopie.

Ein Zylinderwert, gemessen mit **ARo** verändert sich im Vergleich zu **ARm** nur gering. Die mittlere Abweichung beträgt 0,044 Dpt. Eine Übereinstimmung mit dem **ARm** liegt bei der Sphäre bei 42,91% und bei dem Zylinder bei 83,7%.

Das **VR** dagegen unterschätzt im Vergleich zum **ARm** den sphärischen hyperopen Wert im Mittel um nur 0,16 Dpt. Der zylindrische Wert wird eher um 0,43 Dpt überschätzt. Auch beim **VR** steigt die mittlere Abweichung für jede höhere Dioptrie je nach Alter an.

Die Übereinstimmung bei der Sphäre liegt bei 55,7% und bei dem Zylinder bei 63,36%.

Auffällig sind jedoch erhebliche Abweichungen in Einzelfällen von bis zu 8,75 Dpt Differenz. Dies könnte eventuell auf eine Überschreitung des Meßbereichs des **VR** zurückzuführen sein. Somit sind weder das **VR** und noch weniger das **ARo** für eine exakte Refraktionsbestimmung und Brillenverordnung bei Kindern zwischen 5 und 15 Jahren geeignet (s. Tabelle 54.).

Eine Zykloplegie ist auch im Teenageralter erforderlich. Für Screeninguntersuchungen scheint das Videorefraktometer wegen der Schnelligkeit und gleichzeitiger Messung von beiden Augen jedoch eher geeignet, allerdings nur innerhalb der Meßgrenzen. Somit werden besonders hohe und stark Amblyopie-induzierende Refraktionen nicht erfasst.

Tabelle 54: Brechungsfehler vom rechten Auge bei allen untersuchten Probanden in Ecuador, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie (ARo), mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie (ARm) und mit dem Videorefraktometer (VR)

Brechungsfehler	ARm	ARo	VR
	Goldstandard % (n=2725)	% (n=6115)	% (n=5273)
Emmetropie	31,16	69,21	30,87
geringe Hyperopie	52,15	9,80	60,86
deutliche Hyperopie	12,51	2,44	5,84
geringe Myopie	2,72	16,40	1,25
deutliche Myopie	0,92	1,68	0,64
hohe Myopie	0,55	0,47	0,53
geringer Astigmatismus	23,45	18,50	26,46
hoher Astigmatismus	27,34	13,03	0,23

Legende: n=Anzahl der Kinder in der jeweiligen Gruppe; %= bezieht sich auf die jeweils untersuchte Gruppe; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Sowohl bei einer Messung mit dem ARo als auch mit dem ARm ergab sich für die Verteilung der sphärischen Brechungsfehler kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Quito und Ibarra. Die Häufigkeit der zylindrischen Brechungsfehler unterscheidet sich dagegen statistisch signifikant voneinander.

Refraktion versus Alter: Nach den Messungen mit dem ARm („Goldstandard“) nimmt die Häufigkeit der Hyperopie mit dem Alter ab: 67,49% der jüngsten, 64,08% bzw. 48,11% der beiden älteren Kindergruppen haben eine Hyperopie. Ebenfalls ist eine Zunahme der Myopiehäufigkeit mit dem Alter vorhanden: 1,12% der jüngsten, 8,55% bzw. 11,36% der beiden älteren Kindergruppen haben eine Myopie. Bei dem Astigmatismus lässt sich ein eindeutiger Zusammenhang mit dem Alter nicht erkennen: 44,86% der 5-bis 7-Jährigen und 60,92% bzw. 59,85% der beiden älteren Kindergruppen haben einen Astigmatismus.

Schlussfolgerungen

Die Schulkinder der untersuchten Population in Ecuador leiden in höherem Maße als europäische an Pterygium und Blepharitis. Dies könnte eventuell durch Milieu, Hygiene bzw. stärkere Sonnenexposition bedingt sein.

Die Amblyopiehäufigkeit entspricht der in Deutschland der 70er Jahre.

Die Refraktionsverteilung zeigt die übliche Emmetropisation / „Myopieshift“ mit höherem Kindesalter. Die Brillenversorgung ist qualitativ unzureichend und ineffektiv. Die Zuständigkeiten sollten hinterfragt, die Prozeduren optimiert werden.

Der Langtest II hat sich als Binokulartest für Screeninguntersuchungen nicht bewährt.

Das Videorefraktometer ist als Instrument für Screeninguntersuchungen bei Einschränkung im Meßbereich geeignet. Sehr hohe Hyperopien werden nicht als verdächtig gemessen. Autorefraktometrie ohne Zykloplegie ist bei allen Altersgruppen zur Refraktionsbestimmung bzw. Einschätzung bei Screeninguntersuchungen ungeeignet.

6.2 Untersuchungsbogen

- 2 -

FICHA OFTALMOLOGICA PROGRAMA « VER PARA APRENDER »

Apellidos y nombres del paciente: _____ **Ficha N°:** _____

Fecha de registro: _____ Lugar: Quito Ibarra

Lugar y fecha de nacimiento: _____ Edad del control: _____

Sexo: Masculino Femenino

Escuela/colegio: _____ grado/curso: _____

Teléfono referencia: _____

Antecedentes oftalmológicos:

Usa corrección: si no Cuánto tiempo: _____

Trauma ocular: si no

Cirugía ocular: si no

OBJETO DE EXAMEN	OJO DERECHO	OJO IZQUIERDO	COMENTARIOS
A.visual con corrección			
A.visual sin corrección			
Posición cabeza		○	
Motilidad Ocular		○	
Hirschberg		○	
Cover-uncover lejos		○	
Cover-uncover cerca		○	
Test de Lang	600° ○	400° ○	200° ○
Anexos oculares	○	○	
Conjuntiva y esclera	○	○	
Córnea	○	○	
Iris y pupila	○	○	
Cristalino	○	○	
Fondo de ojo	○	○	

Nomenclatura: ∅ : Normal ● : Patológico ?○: Incierto ○: No se realiza

SIGUE ATRAS →

VIDEOREFRACCION

OD	OI
----	----

PEGAR MEDIDAS DE AUTOREFRACTOMETRO INDICANDO CON O SIN CICLOPLEGIA (mínimo 5 medidas adecuadas por cada ojo)

Diagnóstico probable: _____

Se indica corrección: SI: ○ NO: ○ OD: Esf ≈ Cil. x
OI: Esf ≈ Cil. x

Se refiere a segundo nivel: SI: ○ NO: ○

Nombre de quién realiza el examen: _____

ANOTACIONES:

Abbildung 4: Untersuchungsbögen

6.3 Visus am linken Auge

6.3.1 Visus ohne Korrektur in Quito

Tabelle 55: Visus ohne Korrektur, L Auge, Quito

Visusgruppen	n	%
0,8 - 1,0	1936	85,21
0,4 - 0,63	225	9,90
0,2 - 0,32	81	3,57
0,1 - 0,16	25	1,10
Low Vision	5	0,22

Legende: n= absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchten Kindern

6.3.2 Visus ohne Korrektur in Ibarra

Tabelle 56: Visus ohne Korrektur, L Auge, Ibarra

Visusgruppen	n	%
0,8 - 1,0	3332	86,75
0,4 - 0,63	329	8,57
0,2 - 0,32	134	3,49
0,1 - 0,16	41	1,07
Low Vision	5	0,13

Legende: n=absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Ibarra untersuchten Kindern

6.4 Refraktion ohne Zykloplegie

6.4.1 Refraktion in Quito am linken Auge

6.4.1.1 Sphärische Anteile der Refraktion

Tabelle 3: Sphärische Werte vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Quito

Sphäre, L Auge/ Dioptrien	Altersgruppen (Jahre)						
	5 – 7		8 – 11		12 – 15		
	n	%	n	%	n	%	
+7,25 bis +12,00	3	0,41	1	0,10	1	0,19	Deutliche Hyperopie
+5,25 bis +7,00	4	0,54	6	0,59	4	0,76	
+3,25 bis +5,00	17	2,31	22	2,17	8	1,52	
+2,25 bis +3,00	29	3,95	21	2,07	9	1,71	Geringe Hyperopie
+1,25 bis +2,00	95	12,93	79	7,80	24	4,57	
0,00 bis +1,00	515	70,07	705	69,60	334	63,62	Emmetropie
-0,25 bis -1,00	64	8,71	157	15,50	123	23,43	Geringe Myopie
-1,25 bis -2,00	5	0,68	11	1,09	15	2,86	
-2,25 bis -3,00	3	0,41	3	0,30	2	0,38	Deutliche Myopie
-3,25 bis -5,00	0	0	5	0,49	4	0,76	
-5,25 bis -7,00	0	0	0	0	0	0	Hohe Myopie
-7,25 bis -12,00	0	0	3	0,30	1	0,19	

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe, dunkelgrüne Markierung = deutliche Hyperopie, hellgrüne Markierung = geringe Hyperopie, hell rosa Markierung = geringe Myopie, dunkelrosa Markierung = deutliche Myopie, dunkelrote Markierung = hohe Myopie

6.4.1.2 Zylindrische Anteile der Refraktion

Tabelle 57: Zylinderwerte vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Quito

Zylinder, L Auge (Dioptrien)	Altersgruppen (Jahre)					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	401	54,56	668	65,94	344	65,52
-0,75 bis -1,00	183	24,90	192	18,95	106	20,19
-1,25 bis -2,00	96	13,06	68	6,71	41	7,81
-2,25 bis -3,00	26	3,54	33	3,26	15	2,86
-3,25 bis -5,00	25	3,40	43	4,24	14	2,67
-5,25 bis -7,00	4	0,54	9	0,89	4	0,76
-7,25 bis -9,00	0	0	0	0	1	0,19

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe

Tabelle 58: Zylinderachse gegenüber dem Zylinderwert, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyklusplegie, linkes Auge, Quito

Zylinder L Auge (Dioptrien)	0° - 15° & 165° - 180°		75° - 105°		16° - 74° & 106° - 164°	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	923	40,61	47	2,07	443	19,49
-0,75 bis -1,00	373	16,41	5	0,22	103	4,53
-1,25 bis -2,00	174	7,66	1	0,04	30	1,32
-2,25 bis -3,00	63	2,77	0	0	11	0,48
-3,25 bis -5,00	74	3,26	0	0	8	0,35
-5,25 bis -7,00	15	0,66	0	0	2	0,09
-7,25 bis -9,00	1	0,04	0	0	0	0
Gesamt	1623	71,40	53	2,33	597	26,26

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Quito untersuchen Kindern

6.4.2 Myopie, Hyperopie und Astigmatismus in Quito am linken Auge

Tabelle 59: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyklusplegie am linken Auge, Quito

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	1062	46,72	332	14,61	160	7,04
geringe Hyperopie	64	2,82	69	3,04	124	5,46
deutliche Hyperopie	4	0,18	7	0,31	55	2,42
geringe Myopie	258	11,35	61	2,68	25	1,10
deutliche Myopie	22	0,97	9	0,40	8	0,35
hohe Myopie	3	0,13	3	0,13	7	0,31

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen untersuchten Kindern in Quito; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 60: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyklusplegie am linken Auge, Quito, 5- bis 7-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	322	43,81	131	17,82	62	8,44
geringe Hyperopie	29	3,95	37	5,03	58	7,89
deutliche Hyperopie	3	0,41	1	0,14	20	2,72
geringe Myopie	43	5,85	13	1,77	8	1,09
deutliche Myopie	4	0,54	1	0,14	3	0,41
hohe Myopie	0	0	0	0	0	0

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen 5- bis 7-Jährigen; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 61: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie am linken Auge, Quito, 8- bis 11-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	518	51,14	121	11,94	66	6,52
geringe Hyperopie	25	2,47	28	2,76	47	4,64
deutliche Hyperopie	1	0,99	5	0,49	23	2,27
geringe Myopie	113	11,15	33	3,26	11	1,09
deutliche Myopie	9	0,89	2	0,20	3	0,30
hohe Myopie	2	0,20	3	0,30	3	0,30

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen 8- bis 11-Jährigen;
 Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
 deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
 deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
 geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 62: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie am linken Auge, Quito, 12- bis 15-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	222	42,29	80	15,24	32	6,10
geringe Hyperopie	10	1,90	4	0,76	19	3,62
deutliche Hyperopie	0	0,00	1	0,19	12	2,29
geringe Myopie	102	19,43	15	2,86	6	1,14
deutliche Myopie	9	1,71	6	1,14	2	0,38
hohe Myopie	1	0,19	0	0,00	4	0,76

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen 12- bis 15-Jährigen;
 Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
 deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
 deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
 geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

6.4.3 Refraktion in Ibarra am linken Auge

6.4.3.1 Sphärische Anteile der Refraktion

Tabelle 63: Sphärische Werte vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Ibarra

Sphäre R Auge/ Dioptrien	Altersgruppen / Jahre						
	5 – 7		8 – 11		12 – 15		
	n	%	n	%	n	%	
+7,25 bis +12,00	2	0,15	9	0,45	1	0,21	deutliche Hyperopie
+5,25 bis +7,00	12	0,88	13	0,65	4	0,84	
+3,25 bis +5,00	25	1,82	31	1,55	6	1,27	
+2,25 bis +3,00	42	3,07	37	1,85	12	2,53	geringe Hyperopie
+1,25 bis +2,00	164	11,97	151	7,56	22	4,64	
0,00 bis +1,00	1016	74,16	1391	69,65	289	60,97	Emmetropie
-0,25 bis -1,00	96	7,01	308	15,42	126	26,58	geringe Myopie
-1,25 bis -2,00	7	0,51	33	1,65	9	1,90	
-2,25 bis -3,00	3	0,22	11	0,55	2	0,42	deutliche Myopie
-3,25 bis -5,00	1	0,07	4	0,20	1	0,21	
-5,25 bis -7,00	2	0,15	4	0,20	1	0,21	hohe Myopie
-7,25 bis -12,00	0	0,00	5	0,25	1	0,21	

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe, dunkelgrüne Markierung = deutliche Hyperopie, hellgrüne Markierung = geringe Hyperopie, hell rosa Markierung = geringe Myopie, dunkelrosa Markierung = deutliche Myopie, dunkelrote Markierung = hohe Myopie

6.4.3.2 Zylindrische Anteile der Refraktion

Tabelle 64: Zylinderwerte vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, Ibarra

Zylinder L Auge (Dioptrien)	Altersgruppen (Jahre)					
	5-7		8-11		12-15	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	869	63,43	1414	70,81	320	67,51
-0,75 bis -1,00	308	22,48	356	17,83	94	19,83
-1,25 bis -2,00	116	8,47	128	6,41	32	6,75
-2,25 bis -3,00	37	2,70	46	2,30	9	1,90
-3,25 bis -5,00	27	1,97	45	2,25	15	3,16
-5,25 bis -7,00	12	0,88	8	0,40	4	0,84
-7,25 bis -9,00	1	0,07	0	0	0	0

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil in der jeweiligen Altersgruppe

Tabelle 65: Zylinderachse gegenüber dem Zylinderwert, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyклоplegie, linkes Auge, Ibarra

Zylinder L Auge (Dioptrien)	Zylinderachse					
	0° - 15° & 165° - 180°		75° - 105°		16° - 74° & 106° - 164°	
	n	%	n	%	n	%
0,00 bis -0,50	1739	45,31	95	2,48	769	20,04
-0,75 bis -1,00	609	15,87	14	0,36	132	3,44
-1,25 bis -2,00	230	5,99	5	0,13	41	1,07
-2,25 bis -3,00	75	1,95	1	0,03	16	0,42
-3,25 bis -5,00	69	1,80	0	0	18	0,47
-5,25 bis -7,00	19	0,50	0	0	5	0,13
-7,25 bis -9,00	1	0,03	0	0	0	0
Gesamt	2742	71,44	115	3,00	981	25,56

Legende: n = absolute Probandenzahl, % = Anteil von allen in Ibarra untersuchen Kindern

6.4.4 Myopie, Hyperopie und Astigmatismus in Ibarra am linken Auge

Tabelle 66: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyклоplegie am linken Auge, Ibarra

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	1975	51,42	551	14,35	170	4,43
geringe Hyperopie	131	3,41	117	3,05	180	4,69
deutliche Hyperopie	13	0,34	9	0,23	81	2,11
geringe Myopie	438	11,40	64	1,67	28	0,73
deutliche Myopie	41	1,07	11	0,29	13	0,34
hohe Myopie	5	0,13	6	0,16	8	0,21

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen untersuchten Kindern in Ibarra;
Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus:-1,25 und weniger

Tabelle 67: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyklusplegie am linken Auge, Ibarra, 5- bis 7-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	706	51,53	241	17,59	69	5,04
geringe Hyperopie	71	5,18	54	3,94	81	5,91
deutliche Hyperopie	6	0,44	3	0,22	30	2,19
geringe Myopie	79	5,77	8	0,58	9	0,66
deutliche Myopie	7	0,51	1	0,07	2	0,15
hohe Myopie	0	0	1	0,07	2	0,15

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen 5- bis 7-Jährigen;
 Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
 deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
 deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
 geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 68: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyklusplegie am linken Auge, Ibarra, 8- bis 11- Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	1064	53,28	249	12,47	78	3,91
geringe Hyperopie	55	2,75	52	2,60	81	4,06
deutliche Hyperopie	5	0,25	6	0,30	42	2,10
geringe Myopie	260	13,02	36	1,80	12	0,60
deutliche Myopie	27	1,35	8	0,40	9	0,45
hohe Myopie	3	0,15	5	0,25	5	0,25

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen 8- bis 11-Jährigen;
 Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
 deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
 deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
 geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 69: Kombination aus sphärischen und zylindrischen Brechungsfehlern, Messung mit dem Autorefraktometer ohne Zyklusplegie am linken Auge, Ibarra, 12- bis 15-Jährige

	kein Astigmatismus		geringer Astigmatismus		hoher Astigmatismus	
	n	%	n	%	n	%
Emmetropie	205	43,25	61	12,87	23	4,85
geringe Hyperopie	5	1,05	11	2,32	18	3,80
deutliche Hyperopie	2	0,42	0	0	9	1,90
geringe Myopie	99	20,89	20	4,22	7	1,48
deutliche Myopie	7	1,48	2	0,42	2	0,42
hohe Myopie	2	0,42	0	0	1	0,21

Legende: n=absolute Probandenzahl, %=Anteil von allen 12- bis 15-Jährigen;
 Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt;
 deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt;
 deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt;
 geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

6.5 Autorefraktometer ohne Zyklusplegie versus Autorefraktometer mit Zyklusplegie, deskriptive Statistiken

6.5.1 Abweichung des sphärischen Wertes am rechten Auge

Tabelle 70: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_sphR					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	3318,287 ^a	6	553,048	1024,385	,000
am_sphR	328,305	1	328,305	608,105	,000
alt_gr	439,897	3	146,632	271,600	,000
alt_gr * am_sphR	36,712	2	18,356	34,000	,000
Fehler	1467,401	2718	,540		
Gesamt	4785,688	2724			

a. R-Quadrat = ,693 (korrigiertes R-Quadrat = ,693)

Legende: Tabelle zeigt, dass die Abweichung statistisch signifikant vom Alter abhängig ist

Tabelle 71: Parameterschätzer

Abhängige Variable:delta_sphR			
Parameter	B	Standardfehler	Signifikanz
am_sphR	-,214	,023	,000
[alt_gr=1,00]	-,432	,030	,000
[alt_gr=2,00]	-,752	,035	,000
[alt_gr=3,00]	-,669	,055	,000
[alt_gr=1,00] * am_sphR	-,122	,027	,000
[alt_gr=2,00] * am_sphR	,031	,026	,235
[alt_gr=3,00] * am_sphR	0 ^a	.	.

6.5.2 Abweichung des zylindrischen Wertes am rechten Auge

Tabelle 72: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_zylR					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	7,457 ^a	6	1,243	15,317	,000
am_zylR	1,239	1	1,239	15,274	,000
alt_gr	,671	3	,224	2,757	,041
alt_gr * am_zylR	,344	2	,172	2,117	,121
Fehler	220,543	2718	,081		
Gesamt	228,000	2724			

a. R-Quadrat = ,033 (korrigiertes R-Quadrat = ,031)

Tabelle 73: Parameterschätzer

Parameterschätzer						
Abhängige Variable:delta_zylR						
Parameter	B	Standardfehler	T	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
am_zylR	-,017	,012	-1,515	,130	-,040	,005
[alt_gr=1,00]	,017	,009	1,891	,059	,000	,036
[alt_gr=2,00]	,021	,015	1,415	,157	-,008	,050
[alt_gr=3,00]	,039	,024	1,640	,101	-,008	,086
[alt_gr=1,00] * am_zylR	-,015	,014	-1,081	,280	-,041	,012
[alt_gr=2,00] * am_zylR	,006	,014	,464	,643	-,021	,033
[alt_gr=3,00] * am_zylR	0 ^a	.	.	.	.	.
a. Dieser Parameter wird auf Null gesetzt, weil er redundant ist.						

6.5.3 Abweichung des sphärischen Wertes am linken Auge

Tabelle 74: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des sphärischen Wertes am linken Auge unter Zykloplegie in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer

Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	-0,9850	0,71291	1699
8-11	-1,0378	1,01291	760
12-15	-0,9271	0,97747	264
Gesamt	-0,9941	0,83455	2723

Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie und dem Autorefraktometer mit Zykloplegie bzw. „Goldstandard“, n = absolute Probandenzahl

Tabelle 75: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_sphL					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	3093,066 ^a	6	515,511	937,632	,000
am_sphL	281,236	1	281,236	511,523	,000
alt_gr	430,042	3	143,347	260,726	,000
alt_gr * am_sphL	38,881	2	19,440	35,359	,000
Fehler	1493,809	2717	,550		
Gesamt	4586,875	2723			
a. R-Quadrat = ,674 (korrigiertes R-Quadrat = ,674)					

Tabelle 76: Parameterschätzer

Parameterschätzer						
Abhängige Variable: delta_sphL						
Parameter	B	Standardfehler	T	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
am_sphL	-,177	,021	-8,263	,000	-,218	-,135
[alt_gr=1,00]	-,445	,030	-14,832	,000	-,504	-,386
[alt_gr=2,00]	-,741	,036	-20,562	,000	-,812	-,670
[alt_gr=3,00]	-,660	,056	-11,806	,000	-,770	-,550
[alt_gr=1,00] * am_sphL	-,132	,025	-5,201	,000	-,182	-,082
[alt_gr=2,00] * am_sphL	,020	,025	,798	,425	-,029	,069
[alt_gr=3,00] * am_sphL	0 ^a	.	.	.	.	.

a. Dieser Parameter wird auf Null gesetzt, weil er redundant ist.

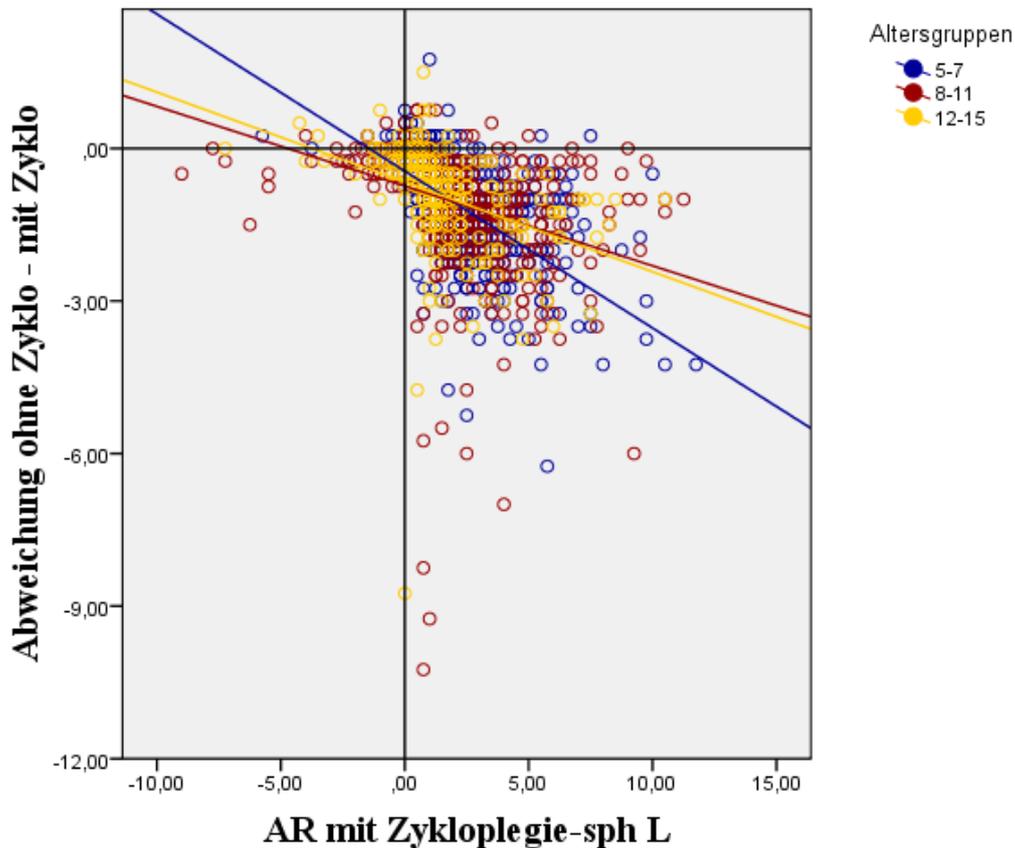


Diagramm 5: Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ in verschiedenen Altersgruppen gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zyklusplegie, linkes Auge

Legende: Abweichung ohne Zyklus – mit Zyklus = sphärischer Wert in Dioptrien ohne Zyklusplegie minus sphärischer Wert in Dioptrien unter Zyklusplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyklusplegie-sph L = sphärischer Wert in Dioptrien vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie

6.5.4 Abweichung des zylindrischen Wertes am linken Auge

Tabelle 77: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes am linken Auge unter Zyktoplegie in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Autorefraktometer

Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	0,0271	0,31874	1699
8-11	0,0272	0,32458	760
12-15	0,0634	0,35756	264
Gesamt	0,0306	0,32437	2723

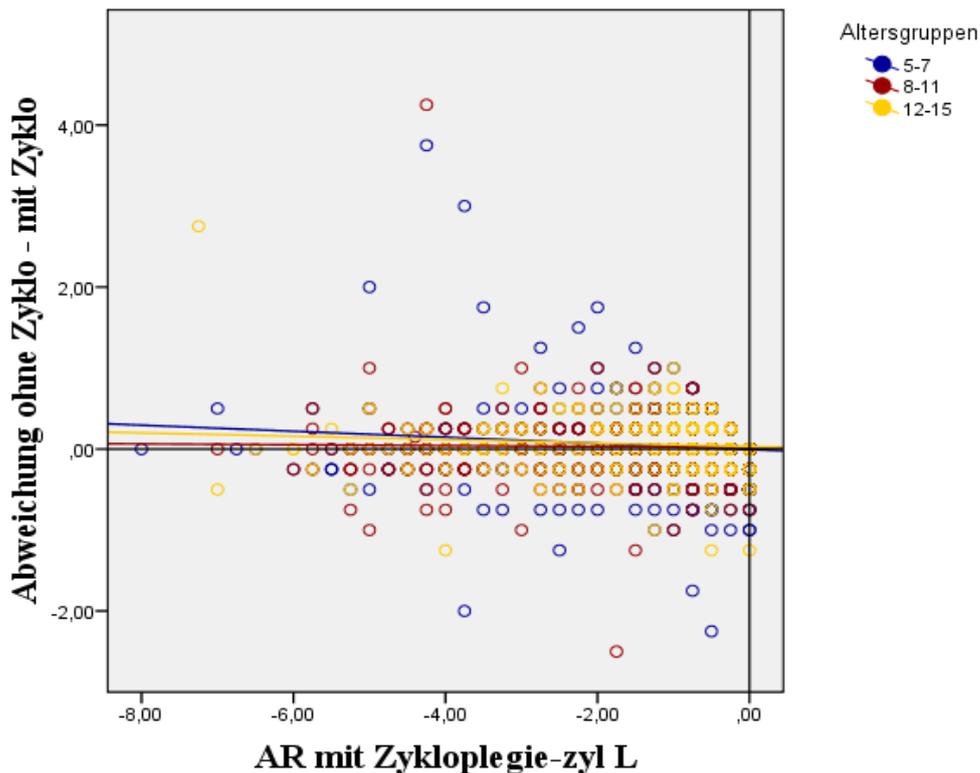
Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zyktoplegie und dem Autorefraktometer mit Zyktoplegie bzw. „Goldstandard“,
n = absolute Probandenzahl

Tabelle 78: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_zylL					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	5,325 ^a	6	,888	8,502	,000
am_zylL	1,284	1	1,284	12,301	,000
alt_gr	,291	3	,097	,929	,426
alt_gr * am_zylL	,755	2	,377	3,615	,027
Fehler	283,635	2717	,104		
Gesamt	288,960	2723			
a. R-Quadrat = ,018 (korrigiertes R-Quadrat = ,016)					

Tabelle 79: Parameterschätzer

Parameterschätzer						
Abhängige Variable:delta_zylL						
Parameter	B	Standardfehler	T	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
am_zylL	-,021	,014	-1,506	,132	-,048	,006
[alt_gr=1,00]	-,005	,011	-,469	,639	-,026	,016
[alt_gr=2,00]	,019	,017	1,120	,263	-,014	,052
[alt_gr=3,00]	,033	,029	1,145	,252	-,023	,089
[alt_gr=1,00] * am_zylL	-,017	,016	-1,032	,302	-,048	,015
[alt_gr=2,00] * am_zylL	,015	,016	,937	,349	-,017	,047
[alt_gr=3,00] * am_zylL	0 ^a	.	.	.	.	.
a. Dieser Parameter wird auf Null gesetzt, weil er redundant ist.						



***Diagramm 6: Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ in verschiedenen Altersgruppen gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zyκλοplegie, linkes Auge**

Legende: Abweichung ohne Zyκλο – mit Zyκλο= zylindrischer Wert in Dioptrien ohne Zyκλοplegie minus zylindrischer Wert in Dioptrien unter Zyκλοplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyκλοplegie-zyl L = zylindrischer Wert in Dioptrien vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie (*Probanden-Zahl gleich, die Messungen überschneiden sich mehrfach, dadurch optische Täuschung)

6.6 Videorefraktometer versus Autorefraktometer unter Zyκλοplegie, deskriptive Statistiken

6.6.1 Abweichung des sphärischen Wertes am rechten Auge

Tabelle 80: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_v_sphR					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	728,119 ^a	6	121,353	111,545	,000
am_sphR	426,457	1	426,457	391,991	,000
alt_gr	617,515	3	205,838	189,202	,000
alt_gr * am_sphR	33,870	2	16,935	15,567	,000
Fehler	2591,443	2382	1,088		
Gesamt	3319,562	2388			

a. R-Quadrat = ,219 (korrigiertes R-Quadrat = ,217)

Tabelle 81: Parameterschätzer

Parameterschätzer						
Abhängige Variable:delta_v_sphR						
Parameter	B	Standardfehler	T	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
am_sphR	-,268	,042	-6,361	,000	-,351	-,185
[alt_gr=1,00]	,946	,049	19,387	,000	,851	1,042
[alt_gr=2,00]	,652	,055	11,924	,000	,544	,759
[alt_gr=3,00]	,621	,088	7,039	,000	,448	,794
[alt_gr=1,00] * am_sphR	-,216	,049	-4,414	,000	-,313	-,120
[alt_gr=2,00] * am_sphR	-,052	,048	-1,086	,278	-,146	,042
[alt_gr=3,00] * am_sphR	0 ^a	.	.	.	.	.
a. Dieser Parameter wird auf Null gesetzt, weil er redundant ist.						

6.6.2 Abweichung des zylindrischen Wertes am rechten Auge

Tabelle 82: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_v_zylR					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	953,072 ^a	6	158,845	290,860	,000
am_zylR	365,191	1	365,191	668,698	,000
alt_gr	4,036	3	1,345	2,464	,061
alt_gr * am_zylR	22,365	2	11,182	20,476	,000
Fehler	1300,865	2382	,546		
Gesamt	2253,938	2388			
a. R-Quadrat = ,423 (korrigiertes R-Quadrat = ,421)					

Tabelle 83: Parameterschätzer

Parameterschätzer						
Abhängige Variable:delta_v_zylR						
Parameter	B	Standardfehler	T	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
am_zylR	,480	,038	12,780	,000	,407	,554
[alt_gr=1,00]	-,069	,026	-2,628	,009	-,120	-,017
[alt_gr=2,00]	-,028	,040	-,694	,488	-,106	,051
[alt_gr=3,00]	,000	,066	-,015	,988	-,131	,129
[alt_gr=1,00] * am_zylR	-,182	,044	-4,157	,000	-,267	-,096
[alt_gr=2,00] * am_zylR	,008	,044	,193	,847	-,077	,094
[alt_gr=3,00] * am_zylR	0 ^a	.	.	.	.	.
a. Dieser Parameter wird auf Null gesetzt, weil er redundant ist.						

6.6.3 Abweichung des sphärischen Wertes am linken Auge

Tabelle 84: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des sphärischen Wertes am linken Auge in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Videorefraktometer

Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	0,2065	1,08860	1443
8-11	0,1381	1,44994	666
12-15	0,2771	1,27246	221
Gesamt	0,1937	1,22008	2330

Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, Messung mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie bzw. „Goldstandard“ und dem Videorefraktometer, n=Probandenzahl

Tabelle 85: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_v_sphL					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	954,982 ^a	6	159,164	142,305	,000
am_sphL	654,257	1	654,257	584,956	,000
alt_gr	814,626	3	271,542	242,779	,000
alt_gr * am_sphL	45,084	2	22,542	20,154	,000
Fehler	2599,330	2324	1,118		
Gesamt	3554,312	2330			

a. R-Quadrat = ,269 (korrigiertes R-Quadrat = ,267)

Tabelle 86: Parameterschätzer

Parameterschätzer						
Abhängige Variable:delta_v_sphL						
Parameter	B	Standardfehler	T	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
am_sphL	-,359	,039	-9,257	,000	-,435	-,283
[alt_gr=1,00]	1,117	,051	22,048	,000	1,018	1,216
[alt_gr=2,00]	,749	,058	12,945	,000	,635	,862
[alt_gr=3,00]	,765	,089	8,640	,000	,591	,938
[alt_gr=1,00] * am_sphL	-,193	,046	-4,152	,000	-,284	-,102
[alt_gr=2,00] * am_sphL	,016	,045	,362	,718	-,072	,105
[alt_gr=3,00] * am_sphL	0 ^a	.	.	.	.	.

a. Dieser Parameter wird auf Null gesetzt, weil er redundant ist.

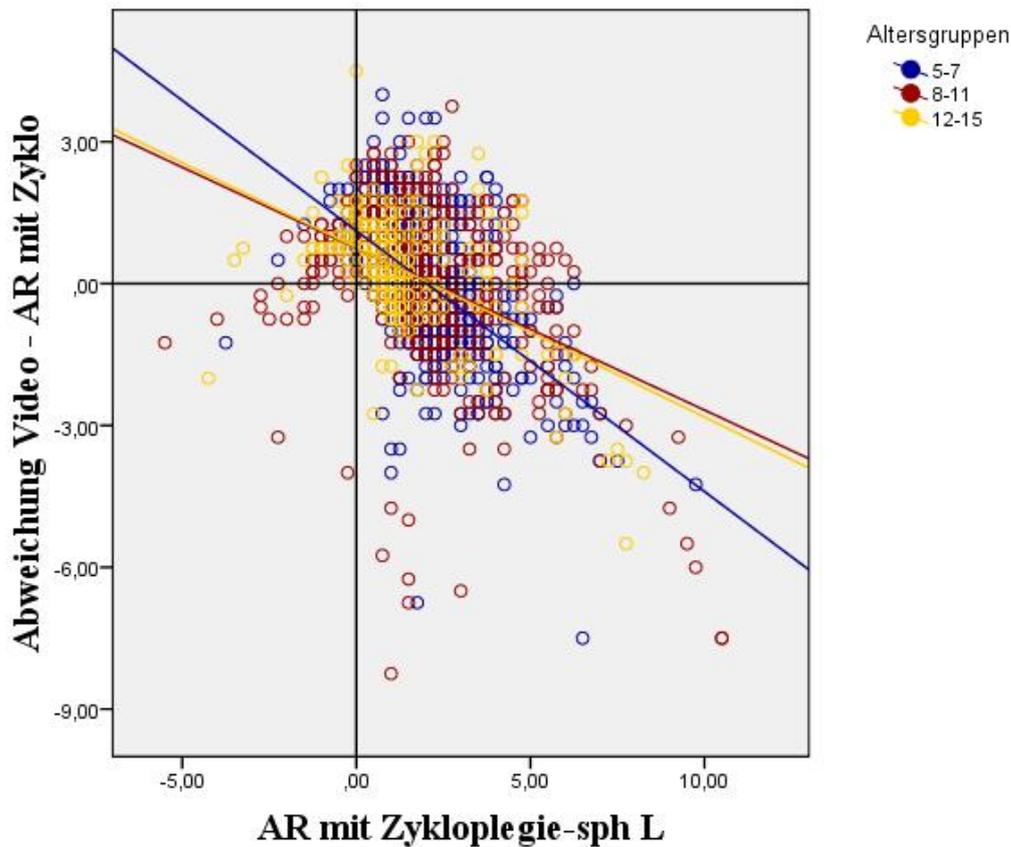


Diagramm 7: Abweichung des sphärischen Wertes vom „Goldstandard“ gemessen mit dem Videorefraktometer in verschiedenen Altersgruppen, linkes Auge

Legende: Abweichung Video – AR mit Zyκλο = sphärischer Wert in Dioptrien ohne Zyκλοplegie gemessen mit dem Videorefraktometer minus sphärischer Wert in Dioptrien gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyκλοplegie-sph L = sphärischer Wert in Dioptrien vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie

6.6.4 Abweichung des zylindrischen Wertes am linken Auge

Tabelle 87: deskriptive Statistiken. Mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes am linken Auge in verschiedenen Altersgruppen, Messung mit dem Videorefraktometer

Altersgruppen/ Jahre	Mittelwert	Standardabweichung	n
5-7	-,3073	,75970	1443
8-11	-,6311	1,15326	666
12-15	-,5147	1,18012	221
Gesamt	-,4195	,94346	2330

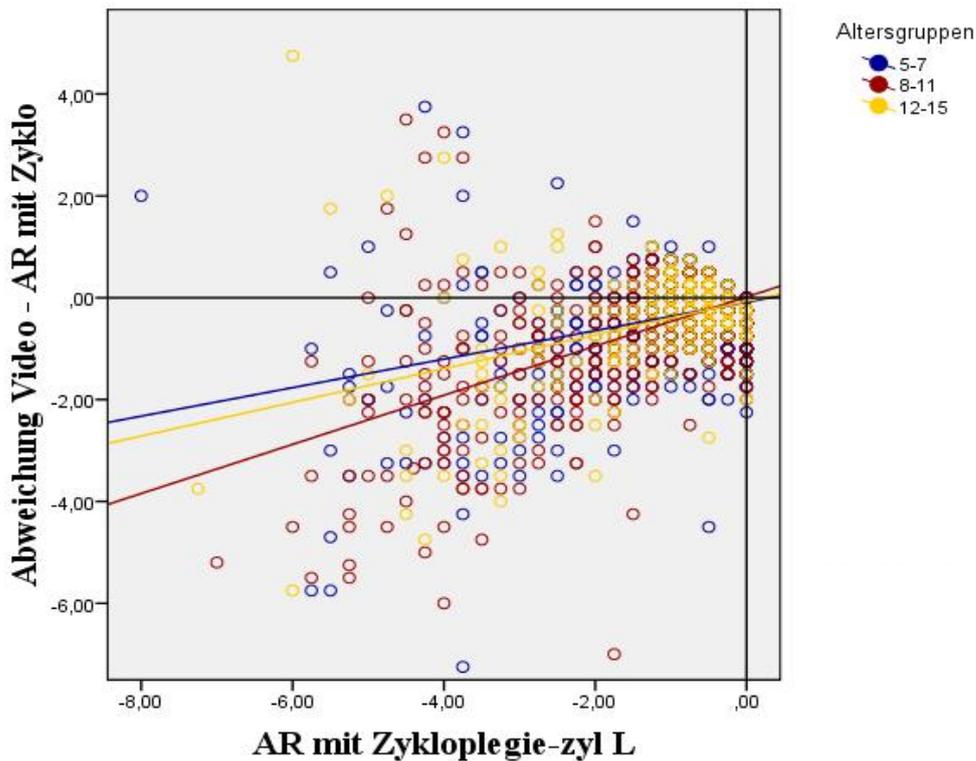
Legende: Mittelwert = mittlere Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ in Dioptrien, Messung mit dem Autorefraktometer unter Zyκλοplegie bzw. „Goldstandard“ und dem Videorefraktometer, n=Probandenzahl

Tabelle 88: deskriptive Statistiken, Abhängigkeit der Abweichung vom Alter

Tests der Zwischensubjekteffekte					
Abhängige Variable:delta_v_zylL					
Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Modell	852,216 ^a	6	142,036	202,392	,000
am_zylL	271,529	1	271,529	386,911	,000
alt_gr	6,103	3	2,034	2,899	,034
alt_gr * am_zylL	23,560	2	11,780	16,786	,000
Fehler	1630,949	2324	,702		
Gesamt	2483,165	2330			
a. R-Quadrat = ,343 (korrigiertes R-Quadrat = ,342)					

Tabelle 89: Parameterschätzer

Parameterschätzer						
Abhängige Variable:delta_v_zylL						
Parameter	B	Standardfehler	T	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
am_zylL	,331	,043	7,766	,000	,247	,415
[alt_gr=1,00]	-,084	,030	-2,807	,005	-,143	-,025
[alt_gr=2,00]	,016	,046	,352	,725	-,075	,107
[alt_gr=3,00]	-,067	,081	-,834	,405	-,225	,091
[alt_gr=1,00] * am_zylL	-,051	,050	-1,026	,305	-,149	,047
[alt_gr=2,00] * am_zylL	,151	,049	3,072	,002	,055	,248
[alt_gr=3,00] * am_zylL	0 ^a	.	.	.	.	.
a. Dieser Parameter wird auf Null gesetzt, weil er redundant ist.						



***Diagramm 8: Abweichung des zylindrischen Wertes vom „Goldstandard“ gemessen mit dem Videorefraktometer in verschiedenen Altersgruppen, linkes Auge**

Legende: Abweichung Video – AR mit Zyklus = zylindrischer Wert in Dioptrien ohne Zyklusplegie gemessen mit dem Videorefraktometer minus zylindrischer Wert in Dioptrien gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie bzw. „Goldstandard“ (Differenz), AR mit Zyklusplegie-zyl L = zylindrischer Wert in Dioptrien vom linken Auge, gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie, (*Probanden-Zahl gleich, die Messungen überschneiden sich mehrfach, dadurch optische Täuschung)

6.7 Autorefraktometer ohne Zykloplegie versus Autorefraktometer unter Zykloplegie

6.7.1 Sphärische Brechungsfehler

Tabelle 90: sphärische Brechungsfehler. Messung mit dem ARo versus ARm, rechtes Auge, Ecuador „Zykloplegie Gruppe“

Sph / RA / ARm n	Sph / RA / ARo n						Gesamt
	Emmetropie	geringe Hyperopie	deutliche Hyperopie	geringe Myopie	deutliche Myopie	hohe Myopie	
Emmetropie	669	12	0	160	6	2	849
geringe Hyperopie	1050	256	0	99	10	5	1420
deutliche Hyperopie	26	171	142	1	1	0	341
geringe Myopie	2	0	0	64	7	1	74
deutliche Myopie	0	0	0	0	23	2	25
hohe Myopie	0	0	0	0	0	15	15
Gesamt	1747	439	142	324	47	25	2724

Legende: Sph/RA/ARm = sphärische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie, Sph/RA/ARo = sphärische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt

Tabelle 91: sphärische Brechungsfehler. Messung mit dem ARo versus ARm, linkes Auge, Ecuador „Zykloplegie Gruppe“

Sph / LA / ARm n	Sph / LA / ARo n						Gesamt
	Emmetropie	geringe Hyperopie	deutliche Hyperopie	geringe Myopie	deutliche Myopie	hohe Myopie	
Emmetropie	662	13	0	116	13	6	810
geringe Hyperopie	1048	284	0	86	13	2	1433
deutliche Hyperopie	24	179	161	2	1	0	367
geringe Myopie	1	0	0	60	9	0	70
deutliche Myopie	0	0	0	0	27	1	28
hohe Myopie	0	0	0	0	0	15	15
Gesamt	1735	476	161	264	63	24	2723

Legende: Sph/LA/ARm = sphärische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie, Sph/LA/ARo = sphärische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt

6.7.2 Zylindrische Brechungsfehler

Tabelle 92: zylindrische Brechungsfehler. Messung mit dem ARo versus ARm, rechtes Auge, Ecuador „Zyklolegie Gruppe“

Zyl / RA / ARm n	Zyl / RA / ARo n			Gesamt
	kein Astigmatismus	geringer Astigmatismus	hoher Astigmatismus	
kein Astigmatismus	1231	109	1	1341
geringer Astigmatismus	212	389	37	638
hoher Astigmatismus	7	78	660	745
Gesamt	1450	576	698	2724

Legende: Zyl/RA/ARm = zylindrische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie, Zyl/RA/ARo = zylindrische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 93: zylindrische Brechungsfehler. Messung mit dem ARo versus ARm, linkes Auge, Ecuador „Zyklolegie Gruppe“

Zyl / LA / ARm n	Zyl / LA / ARo n			Gesamt
	kein Astigmatismus	geringer Astigmatismus	hoher Astigmatismus	
kein Astigmatismus	1141	128	11	1280
geringer Astigmatismus	230	394	50	674
hoher Astigmatismus	10	82	677	769
Gesamt	1381	604	738	2723

Legende: Zyl/LA/ARm = zylindrische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie, Zyl/LA/ARo = zylindrische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Autorefraktometer ohne Zykloplegie, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

6.8 Videorefraktometer versus Autorefraktometer unter Zykloplegie

6.8.1 Sphärische Brechungsfehler

Tabelle 94: sphärische Brechungsfehler. Messung mit dem Video versus ARm, rechtes Auge, Ecuador „Zyklolegie Gruppe für den Videorefraktometer“

Sph / RA / ARm n	Sph / RA / Video n						Gesamt
	Emmetropie	geringe Hyperopie	deutliche Hyperopie	geringe Myopie	deutliche Myopie	hohe Myopie	
Emmetropie	249	454	9	5	3	4	724
geringe Hyperopie	233	827	106	10	2	5	1183
deutliche Hyperopie	11	78	127	0	0	0	216
geringe Myopie	43	9	0	14	1	0	67
deutliche Myopie	1	0	0	6	12	3	22
hohe Myopie	0	0	0	0	0	7	7
Gesamt	537	1368	242	35	18	19	2219

Legende: Sph/RA/ARm = sphärische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie, Sph/RA/Video = sphärische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Videorefraktometer, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt; hohe Myopie: -3,25 bis -12,00 Dpt

Tabelle 95: sphärische Brechungsfehler. Messung mit dem Video versus ARm, linkes Auge, Ecuador „Zyklolegie Gruppe für den Videorefraktometer“

Sph / LA / ARm n	Sph / LA / Video n						Gesamt
	Emmetropie	geringe Hyperopie	deutliche Hyperopie	geringe Myopie	deutliche Myopie	hohe Myopie	
Emmetropie	180	491	14	3	4	3	695
geringe Hyperopie	238	823	123	9	1	5	1199
deutliche Hyperopie	9	76	146	2	0	0	233
geringe Myopie	41	11	0	11	0	1	64
deutliche Myopie	1	0	0	10	9	3	23
hohe Myopie	0	0	0	0	1	4	5
Gesamt	469	1401	283	35	15	16	2219

Legende: Sph/LA/ARm = sphärische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zykloplegie, Sph/LA/Video = sphärische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Videorefraktometer, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; Emmetropie: 0,00 bis +1,00 Dpt; geringe Hyperopie: +1,25 bis +3,00 Dpt; deutliche Hyperopie: +3,25 bis +12,00 Dpt; geringe Myopie: -0,25 bis -1,00 Dpt; deutliche Myopie: -1,25 bis -3,00 Dpt

6.8.2 Zylindrische Brechungsfehler

Tabelle 96: zylindrische Brechungsfehler. Messung mit dem Video versus ARm, rechtes Auge, Ecuador „Zyklolegie Gruppe für den Videorefraktometer“

Zyl / RA / ARm n	Zyl / RA / Video n			Gesamt
	kein Astigmatismus	geringer Astigmatismus	hoher Astigmatismus	
kein Astigmatismus	713	304	102	1119
geringer Astigmatismus	195	185	171	551
hoher Astigmatismus	11	30	508	549
Gesamt	919	519	781	2219

Legende: Zyl/RA/ARm = zylindrische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie, Zyl/RA/Video = zylindrische Brechungsfehler am rechten Auge gemessen mit dem Videorefraktometer, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

Tabelle 97: zylindrische Brechungsfehler. Messung mit dem Video versus ARm, linkes Auge, Ecuador „Zyklolegie Gruppe für den Videorefraktometer“

Zyl / LA / ARm n	Zyl / LA / Video n			Gesamt
	kein Astigmatismus	geringer Astigmatismus	hoher Astigmatismus	
kein Astigmatismus	639	336	110	1085
geringer Astigmatismus	217	196	154	567
hoher Astigmatismus	16	33	518	567
Gesamt	872	565	782	2219

Legende: Zyl/LA/ARm = zylindrische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie, Zyl/LA/Video = zylindrische Brechungsfehler am linken Auge gemessen mit dem Videorefraktometer, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; geringer Astigmatismus: -0,75 bis -1,00 Dpt; hoher Astigmatismus: -1,25 und weniger

6.8.3 Anisometropie

Tabelle 98: Sphärische Anisometropie. Messung mit dem Video versus ARm, Ecuador „Zyklolegie Gruppe für den Videorefraktometer“

sph / Anisometropie/ ARm n	sph / Anisometropie / Video n			Gesamt
	keine Anisometropie	geringe Anisometropie	hohe Anisometropie	
keine Anisometropie	170	509	11	690
geringe Anisometropie	259	1023	121	1403
hohe Anisometropie	4	29	93	126
Gesamt	433	1561	225	2219

Legende: sph/Anisometropie/ARm = sphärische Anisometropie gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie, sph/Anisometropie/Video = sphärische Anisometropie gemessen mit dem Videorefraktometer, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; 1,00 Dpt und weniger = geringe Anisometropie, 1,25 Dpt und mehr = hohe Anisometropie

Tabelle 99: Zylindrische Anisometropie. Messung mit dem Video versus ARm, Ecuador „Zyklolegie Gruppe für den Videorefraktometer“

zyl / Anisometropie/ ARm n	zyl / Anisometropie / Video n			Gesamt
	keine Anisometropie	geringe Anisometropie	hohe Anisometropie	
keine Anisometropie	145	437	12	594
geringe Anisometropie	282	976	180	1438
hohe Anisometropie	0	19	168	187
Gesamt	427	1432	360	2219

Legende: zyl/Anisometropie/ARm = zylindrische Anisometropie gemessen mit dem Autorefraktometer unter Zyklusplegie, zyl/Anisometropie/Video = zylindrische Anisometropie gemessen mit dem Videorefraktometer, n = absolute Probandenzahl, gelbe Markierung = Übereinstimmung bei beiden Messmethoden; 1,00 Dpt und weniger = geringe Anisometropie, 1,25 Dpt und mehr = hohe Anisometropie

6.9 Korrigierter Visus vom Optiker

Tabelle 100: Visus ohne Korrektur gegenübergestellt dem Visus mit Korrektur vom Optiker, Quito und Ibarra zusammen, rechtes Auge

Visus sc, RA / n	Korrigierter Visus vom Optiker, RA / n												gesamt
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	
LW	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	5
0,10	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	0	0	6
0,125	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	1	2	9
0,16	0	0	0	0	0	0	0	2	3	8	4	1	18
0,2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	10	5	2	20
0,25	0	0	0	0	0	0	0	1	3	15	23	7	49
0,32	0	0	0	0	0	0	2	0	2	16	15	11	46
0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	18	21	51
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	29	39	81
0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	2	27	41	92	162
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	9	32	45
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	5	18	30
gesamt	0	1	0	0	1	1	4	5	24	109	152	225	522

Legende: n = absolute Probandenzahl, rosa markierter Bereich = Visus mit Korrektur 0,5 und weniger, damit Verdacht auf Amblyopie, grün markierter Bereich = Visus mit Korrektur 0,8-1,0, blau markierter Bereich = Visus mit Korrektur schlechter als ohne, Verdacht auf schlechte Mitarbeit, wird nicht zu Auswertung benutzt

Tabelle 101: Visus ohne Korrektur gegenübergestellt dem Visus mit Korrektur vom Optiker, Quito und Ibarra zusammen, linkes Auge

Visus sc, LA / n	Korrigierter Visus vom Optiker, LA / n												gesamt
	LW	0,1	0,125	0,16	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	
LW	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	4
0,10	0	3	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	7
0,125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	6
0,16	0	0	0	0	0	0	0	0	9	5	5	4	23
0,2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	16	14	4	37
0,25	0	0	0	0	0	1	0	0	4	15	12	5	37
0,32	0	0	0	0	0	0	2	1	1	18	22	13	57
0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	21	17	46
0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	12	43	34	95
0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21	33	93	148
0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	12	38	56
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	26	36
gesamt	1	3	0	0	0	2	2	4	27	111	167	235	552

Legende: n = absolute Probandenzahl, rosa markierter Bereich = Visus mit Korrektur 0,5 und weniger, damit Verdacht auf Amblyopie, grün markierter Bereich = Visus mit Korrektur 0,8-1,0, blau markierter Bereich = Visus mit Korrektur schlechter als ohne, Verdacht auf schlechte Mitarbeit, wird nicht zu Auswertung benutzt

6.10 Sphärische Fehlweisungen des Videorefraktometers am rechten Auge

Tabelle 102: sphärische Fehlweisungen des Videorefraktometers am rechten Auge bei Kindern aus Quito und Ibarra (s.u.)

Legende zur Tabelle 102:

**Sphärischer Wert vom Video gegenübergestellt dem sphärischen Wert vom ARm am rechten Auge bei Kindern mit hoher Hyperopie in Quito und Ibarra; n= absolute Probandenzahl;
ARm= Autorefraktometer mit Zyklusplegie; Video=Videorefraktometer; Sph=sphärischer Wert;
RA=rechtes Auge; gelbe Markierung = Übereinstimmung zwischen der Messung mit dem Video und ARm; hellgrüne Markierung= falsch positive Messung mit dem Video,
hellrote Markierung= falsch negative Messung mit dem Video**

Tabelle 102: sphärische Fehlweisungen des Videorefraktometers am rechten Auge bei Kindern aus Quito und Ibarra

Video Sph / RA / n	Autorefraktometer unter Zykloplegie/ Sph/ RA /n																							
	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,25	6,50	6,75	7,00	7,75	8,00	8,25	8,50	9,00	9,25	10,25	11,50
0,00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,50	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,00	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,25	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,50	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1,75	4	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,00	1	1	3	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,25	4	0	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,50	2	4	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2,75	2	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
3,00	3	3	3	3	0	0	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,25	1	1	1	2	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3,50	1	2	1	0	2	2	0	1	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3,75	2	1	2	0	1	0	2	0	1	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,00	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
4,25	2	1	0	1	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4,50	2	2	2	2	0	2	0	0	0	1	1	0	0	3	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1
4,75	1	1	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,00	1	1	0	0	1	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
5,25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5,50	4	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5,75	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,00	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6,50	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
falsch positiv	15	11	4	6	2	4	4	1	1	1	0	1	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
falsch negativ	21	16	21	14	7	8	10	8	4	5	8	7	3	6	2	1	2	2	1	2	2	1	1	1

Legende: s.o.

7 Literaturverzeichnis

- 1 Abrahamsson M, Fabian G, Sjöstrand J. Longitudinal changes in refraction and risk indicators for amblyopia. (ARVO Suppl). *Investigative Ophthalmology & Visual Science*(32), 123 B (1991).
- 2 Abrahamsson M, Ohlsson J, Björndahl M, Abrahamsson H. Clinical evaluation of an eccentric infrared Photorefractor: the PowerRefraktor. *Acta Ophthalmol. Scand.*(81), 605–610 (2003).
- 3 American Academy of Ophthalmology. Comparison of Preschool Vision Screening Tests as Administered by Licensed Eye Care Professionals in the Vision in Preschoolers Study. *Ophthalmology*(111), 637–650 (2004).
- 4 Angle J, Wissmann DA. The epidemiology of myopia. *Am J Epidemiol*(111), 220–228 (1980).
- 5 Blade PJ, Candy TR. Validation of the PowerRefractor for Measuring Human Infant Refraction. *Optom Vis Sci.* 83(6), 346–353 (2006).
- 6 Büchner TF, Schnorbus U, Grenzebach UH, Stupp T, Busse H. Untersuchung von Kindergartenkinder auf Refraktionsanomalien. Erste Erfahrungen mit einem handgehaltenen Autorefraktometer. *Ophthalmologe*(100), 971–978 (2003).
- 7 Bujara K, Schulz E, Haase W. Skiaskopie mit und ohne Zykloplegie bei Kindern. *Albrecht v. Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*(216), 339–343 (1981).
- 8 Campos EC. Binocularity in comitant strabismus: Binocular visual field studies. *Doc Ophthalmol*(53), 249–281 (1982).
- 9 Cavazos H, Schulz E, Rassow B, Wesemann W. Vergleich des Kindersehschärfetest nach Lithander (Kolt-Test) mit dem standardisierten Landoltring. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(190), 324–328 (1990).
- 10 Cavazos-Adame H. Anschluss eines Buchstaben-Sehtests an den standardisierten Landoltring-Sehtest. Med . Dissertation (1989).
- 11 Choi M, Weiss S, Schaeffel F, Seidemann A, Howland H, Wilhelm H. Laboratory, clinical and kindergarten tests of a new eccentric infrared photorefractor. *Optom Vis Sci*(77), 537–748 (2000).
- 12 Cordonnier M, Kallay O. Non-cycloplegic screening for refractive errors in children with the hand-held autorefractor. *Strabismus*(9), 59–70 (2001).
- 13 Cüpers C. Zum Problem der Augenreihenuntersuchungen im Kindesalter.
- 14 Dandona R, Dandona L, Srinivas M *et al.* Refractive Error in Children in a Rural Population in India. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*(43), 615–622 (2002).
- 15 Decker W de, Tessmer J. Occurrence of squint and efficiency of treatment in Schleswig-Holstein. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(162), 34–42 (1973).
- 16 Dobson V, Harvey E, Miller J, Clifford-Donaldson C. Anisometropia Prevalence in a Highly Astigmatic School-Aged Population. *Optom Vis Sci*(85), E512-E519 (2008).
- 17 Fenstermaker SB, Kiorpes L, Movshon JA. Effects of experimental strabismus on the architecture of macaque monkey striate cortex. *J Comp Neurol*(438), 300–317 (2001).
- 18 Franceschetti A, Donati G, Jeanneret O, Hazeghi H. Lang-Stereotest in Reihenuntersuchungen im Kindergarten. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(204), 363–365 (1994).
- 19 Franceschetti A, Franceschetti AT, Hudson-Shaw S. Detection of eye disorders in children of preschool age. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(149), 657–662 (1966).
- 20 Gaede P-. Unsere Erde. In: GEO Themenlexikon MEV Verlag, Augsburg (2006).

- 21 Gekeler F, Schaeffel F, Howland HC, Wattam-Bell J. of Astigmatism by Automated Infrared Phoretinoscopy. *Optom Vis Sci.* 74, 472–482 (1997).
- 22 Gupta M, Gupta Y. A survey on refractive error and strabismus among children in a school at Aligarh. *Indian journal of public health*(44), 90–93 (2000 Jul-Sep).
- 23 Haase W. Die Refraktion im Kindesalter als Risikofaktor für die Entwicklung von Amblyopien und / oder Strabismus. Niederschrift nach einem Rundtischgespräch während der 89. Tagung der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft am 25.9.1991 in Leipzig. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(204), 48–54 (1994).
- 24 Haase W. Amblyopie. *Z. prakt. Augenheilkunde*(21), 355–362 (2000).
- 25 Haase W, Mühlig HP. The incidence of squinting in school beginners in Hamburg. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(174), 232–235 (1979).
- 26 Haase W, Rassow B. Sehschärfe. In: Kaufmann, H. Strabismus, 3. Aufl. Thieme, Stuttgart, New York (2004).
- 27 Hartmann E. Sehschärfebestimmung. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(191), 62–68 (1987).
- 28 Harvey EM, Miller JM, Dobson V, Tyszko R, Davis AL. Measurement of Refractive Error in Native American Preschoolers: Validity and Reproducibility of Autorefraction. *Optom Vis Sci.* 77(3), 140–149 (2000).
- 29 Hohmann A, Crutzelfeld OD. Squint and the development of binocularity in humans. *Nature*(254), 613–614 (1975).
- 30 Howland & Howland J. Photorefraction: A technique for study of refractive state at a distance. *J Opt Soc Am*(64), 240–249 (1974).
- 31 Hung GK, Ciuffreda KJ. The effect of nearwork on transient and permanent myopia (ARVO Abstract). Abstract Nr. 2117. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*(42), 392 (2001).
- 32 Huynh SC, Ojaimi E, Robaei D, Rose K, Mitchell P. Accuracy of the Lang II stereotest in screening for binocular disorders in 6-year-old children. *Am J Ophthalmol*(140), 1130–1132 (2005 Dec).
- 33 Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen. Vorbericht (vorläufige Nutzenbewertung); Auftrag S05-02; Version 1.0; Stand: 18.10.2007.
- 34 Jensen H, Goldschmidt E. Visual acuity in Danish school children. *Acta Ophthalmol*(64), 187–191 (1986).
- 35 Junghans B, Kiely PM, Crewther SG. Referral rates for a functional vision screening among a large cosmopolitan sample of Australian children. *Ophthal. Physiol. Opt.*(22), 10–25 (2002).
- 36 Kaercher T, Brewitt H. Blepharitis. *Ophthalmologe*(101), 1135–1148 (2004).
- 37 Kanski JJ. Lehrbuch der klinischen Ophthalmologie. 2. Aufl. Stuttgart; New York: Thieme, 1996, 70–93.
- 38 Käsmann-Kellner B, Heine M, Pfau B, Sinder A, Ruprecht KW. Screening-Untersuchung auf Amblyopie, Strabismus und Refraktionsanomalie bei 1030 Kindergartenkindern. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(213), 166–173 (1998).
- 39 Köhler L, Stigmar G. Vision screening of four years old children. *Acta Paediatr. Scand.*(62), 17–27 (1973).
- 40 Köhler L, Stigmar G. Visual disorders in 7 years old children with and without previous vision screening. *Acta Paediatr. Scand.*(67), 373–377 (1978).
- 41 Kühne P, Zemp M. Autorefraktometer im Vergleich zur monokularen subjektiven Refraktion. Seminararbeit, SHFA Olten (1999).
- 42 Kvarnström G, Jakobsson P, Lennerstrand G. Screening for visual and ocular disorders in children, evaluation in Sweden. *Acta Paediatr.*(87), 1173–1179 (1998).
- 43 Kvarnström G, Jakobsson P, Lennerstrand G. Visual screening of Swedish children: an ophthalmological evaluation. *Acta Ophthalmol. Scand.*(79), 240–244 (2001).

- 44 Lang GK. Augenheilkunde, 3. Aufl, Stuttgart, New York (2004).
- 45 Lang J. Mikrostrabismus. Bücherei des Augenarztes. Heft 62, 2 Aufl., Stuttgart (1982).
- 46 Lang J. Ein neuer Stereotest. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(182), 373–375 (1983).
- 47 Lingram RM. Should pre-school children be screened for visual defects? *Trans Ophthalmol Soc UK*(104), 646–647 (1985).
- 48 Mamatkuzhaeva GN. Prevalence of refraction abnormalities in schoolchildren. *Вестник офтальмологии*(1), 47–49 (2002).
- 49 Maul E, Barroso S, Munoz SR, Sperduto RD, Ellwein LB. Refractive error study in children: results from La Florida, Chile. *Am J Ophthalmol*(129), 445–454 (2000).
- 50 Murthy GV, Gupta SK, Ellwein LB *et al.* Refractive Error in Children in an Urban Population in New Delhi. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*(43), 623–631 (2002).
- 51 Negrel AD, Maul E, Pokharel GP, Zhao J, Ellwein LB. Refractive error study in children: sampling and measurement methods for a multi-country survey. *Am J Ophthalmol*(129), 421–426 (2000).
- 52 Neugebauer A, Reier M, Fricke J, Rüssmann W. Kindliche Sehstörungen. Screeningprogramme im internationalen Vergleich. *Ophthalmologe*(99), 32–37 (2002).
- 53 Noorden von GK. Burian-von Noorden's Binocular Vision and Ocular Motility. Theory and Management of Strabismus(3rd ed), 14: 211ff. (1985).
- 54 Nordlöw W, Joachimsson S. A screening test for visual acuity in four year old children. *Acta Ophthalmol*(40), 453–462 (1962).
- 55 Nüssgens Z, Cerwonka B, Roggenkämper P. Examinations on the new Lang test. *Strabismus*. 1993(2), 69–73.
- 56 Ohlsson J, Villarreal G, Abrahamsson M, Cavazos H, Sjöström A, Sjöstrand J. Screening merits of the Lang II, Frisby, Randot, Titmus and TNO stereo tests. *JAAPOS*(5), 316–322 (2001).
- 57 Ohlsson J, Villarreal G, Sjöström A, Abrahamsson M, Sjöstrand J. Visual acuity, residual amblyopia and ocular pathology in a screened population of 12-13-year-old children in Sweden. *Acta Ophthalmol. Scand.*(79), 589–595 (2001).
- 58 Ohlsson J, Villarreal G, Sjöström A, Abrahamsson M, Sjöstrand J. Screening for amblyopia and strabismus with the Lang II stereo card. *Acta Ophthalmol. Scand.*(80), 163–166 (2002 Apr).
- 59 Pau H. Augenheilkunde im Kindesalter (1978).
- 60 Petzold G, Ganzera F, Kaufmann M *et al.* Augenärztliche Prävention im 1. Lebensjahr – Früherkennung von Risikofaktoren für Amblyopie und Schielerkrankung im Säuglings- und Kleinkindesalter. FRATZ-Projekt. Springer Berlin / Heidelberg. *Monatsschrift Kinderheilkunde*. 155, 61–67 (2007).
- 61 Pointer JS. A 6-year longitudinal optometric study of the refractive trend in school-aged children. *Ophthalmic Physiol. Opt*(21), 361–367 (2001 Sep).
- 62 Pokharel GP, Negrel AD, Munoz SR, Ellwein LB. Refractive error study in Children: results from Mechi zone, Nepal. *Am J Ophthalmol*(129), 436–444 (2000).
- 63 Pschyrembel Klinisches Wörterbuch Walter de Gruyter, Berlin, New York (1994).
- 64 Rübmann W, Fricke J, Neugebauer A. Heterophorie und Asthenopie. In: Kaufmann H.: Strabismus, 3. Aufl. Thieme, Stuttgart, New York (2004).
- 65 Rübmann W, Fricke J, Neugebauer A. Untersuchung der Motorik. In: Kaufmann H.: Strabismus, 3.Aufl., Stuttgart, New York (2004).
- 66 Rübmann W, Fricke J, Neugebauer A. Untersuchung der Sensorik. In: Kaufmann H.: Strabismus, Stuttgart, New York (2004).

- 67 Schaeffel F, Mathis U, Brüggemann G. Noncycloplegic Photorefractive Screening in Pre-School Children with the „PowerRefractor“ in a Pediatric Practice. *Optom Vis Sci.* 84(7), 630–639 (2007).
- 68 Schaeffel F, Zrenner E. Steuerung des Augenlängenwachstums durch Sehen. *Deutsches Ärzteblatt*(17 A), 1121–1128 (1997).
- 69 Schimitzek T, Haase W. Efficiency of a video-autorefractometer used as a screening device for amblyogenic factors. *Albrecht v. Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*(240), 710–716 (2002 Sep.).
- 70 Schimitzek T, Schworm HD. Wave-front analysis as screening technique for amblyogenic ametropia with and without cycloplegia. *Strabismus*(11), 133–143 (2003).
- 71 Schütte E, Groten H, Leymann J, Lizin F. Augenärztliche Reihenuntersuchungen im Kindergarten. *Klin. Monatsbl. Augenheilkd.*(174), 232–235 (1979).
- 72 Sireteanu R, Fronius M. Different patterns of retinal correspondence in the central and peripheral visual field in strabismus. *Invest Ophthalmol Vis Sci*(30), 2023–2033 (1989).
- 73 Taylor D. Screening? *Trans Ophthalmol Soc UK*(104), 637–640 (1985).
- 74 The principles of refraction – general optics. In: Duke-Elder’s Practice of Refraction, Revised by David Abrams, 10th ed. Livingstone (1993).
- 75 Zhao J, Mao J, Luo R, Li F, Pokharel GP, Ellwein LB. Accuracy of Noncycloplegic Autorefraktion in School-Age Children in China. *Optom Vis Sci.* 81(1), 49–55 (2004).
- 76 Zhao J, Pan X, Sui R, Munoz SR, Sperduto RD, Ellwein LB. Refractive error study in children: results from Shunyi District, China. *Am J Ophthalmol*(129), 427–435 (2000).

8 Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde in dem Bereich (ehemals Abteilung) für Pleoptik und Orthoptik und der ehemaligen Abteilung Medizinische Optik der Universitäts-Augenklinik Hamburg angefertigt, mit Unterstützung des Instituts für Medizinische Biometrie und Epidemiologie des Universitätsklinikums Eppendorf.

Ich danke ganz herzlich an erster Stelle Frau Prof. Dr. Elisabeth Schulz, dass sie mir die Teilnahme an dem internationalen Screeningprojekt in Ecuador ermöglicht und das Promotionsthema überlassen hat. Ich bedanke mich für ihre hervorragende Betreuung und ihre Geduld bei der Durchführung der Arbeit.

Ich bedanke mich auch bei Herrn Prof. Dr. Wolfgang Haase für die hilfreichen Anmerkungen und für die interessante Diskussion über Refraktionsentwicklung und Amblyopie-Erkennung bei Kindern.

Danken möchte ich ferner allen MitarbeiterInnen des Instituts für Medizinische Biometrie und Epidemiologie, besonders jedoch Herrn Michael Supplieth für die großartige Unterstützung bei der Datenverarbeitung und bei dem Umgang mit dem statistischen Programm SPSS sowie Herrn Eik Vettorazzi (wiss. Mitarbeiter) für die Hilfe bei der statistischen Auswertung. Weiterhin bedanke ich mich bei dem gesamten Team der Ärztlichen Zentralbibliothek, das mir stets hilfreich und freundlich beim Bestellen und Finden der Literatur geholfen hat.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. rer. nat. Reinhard Kusel, Universitäts-Augenklinik Hamburg, dem Initiator und Leiter des internationalen EU-geförderten Postgraduierten-Austauschs für die organisatorische Unterstützung beim Projekt in Ecuador wie auch für die Beratung beim Ausarbeiten der Methoden zur Erstellung der Arbeit.

Mein besonderer Dank gilt meinen Freundinnen und Kolleginnen aus Ecuador. Dr. med. Andrea Molinari danke ich dafür, dass sie mich stets zuverlässig bei Arbeit und Leben in Ecuador unterstützt und mir hilfreiche Anregungen für die Erstellung der Arbeit gegeben hat. Frau Dr. med. Diana Rodriguez danke ich für ihre Freundschaft und Hilfe bei den zeitaufwendigen Untersuchungen in Ibarra und Quito.

Bei meinen Hamburger FreundInnen danke ich insbesondere Steffi und Jens für ihre hilfreiche Kritik und Anregungen bei den Formulierungen.

Meiner kleinen Tochter Roberta danke ich für ihre Geduld und die vielen Stunden, die ich ihr nicht zur Verfügung stehen konnte. Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Mann Manni für die unglaubliche Geduld und Unterstützung, ohne die die Fertigstellung der Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Nicht zuletzt danke ich allen beteiligten Kindern aus Ibarra und Quito für ihre Bereitschaft, die zeitaufwendigen Untersuchungen durchzuhalten.

9 Lebenslauf

Name: Santa Heede geb. Spiridonova
Geburtsdatum: 18.09.1972
Geburtsort: Jelgava /Lettland
Nationalität: lettisch
Familienstand: verheiratet seit 2000 (mit Manfred Heede)

Schulbildung

09.1979 - 05.1986 Grundschole in Jelgava mit Schwerpunkt Musik
09.1986 - 05.1990 Jelgavaer Gymnasium; Abitur

Berufsausbildung

09.1990 - 02.1995 Studium an der Akademie für Medizin in Riga/Lettland
1995 - 1996 Unterbrechung des Studiums für Auslandsaufenthalt /
Hamburg; Sprachlehrgang
ab 04.1996 Fortsetzung des Medizinstudiums an der Universität Hamburg;
Beginn mit dem 3. klinischen Semester
04.1999 2. Staatsexamen
06.2000 3. Staatsexamen
11.2000 - 06.2001 Ärztin im Praktikum in der Universitäts-Augenklinik
Hamburg-Eppendorf
07.2001 - 06.2002 Ärztin im Praktikum in Quito/Ecuador:
- Arbeit im von der EU finanzierten internationalen
Projekt DESAMI
10.2002 - 06.2009 Assistenzärztin in der Augenklinik des St. Joseph Stift
Bremen
02.2005 - 02.2007 Elternzeit
ab 06.2009 Fachärztin für Augenheilkunde in der Augenklinik des
St. Joseph Stift
07.2010 bis voraussichtlich 06.2011 Fellowship in Pediatric Ophthalmology and Adult
Strabismus, University of Calgary, Canada

10 Eidesstattliche Versicherung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift: