

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Klinikum Bremen-Mitte, Augenklinik

Prof. Dr. Ulrich Demeler

**Intraokularlinsen-Implantation zur
Korrektur der Aphakie bei Kindern**

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von

Parisa Fathi-Kohi
aus Esfahan/Iran

Hamburg, 2013

Angenommen von der Medizinischen Fakultät am:

Veröffentlicht mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, die/der Vorsitzende/r: Prof. Dr. U. Demeler

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. G. Richard

Prüfungsausschuss, dritte/r Gutachter/in: Prof. Dr. U Bartsch

Inhalt

1	Einleitung.....	6
2	Zielsetzung.....	7
3	Stand der Forschung	8
3.1	Anatomie und Embryologie der Linse.....	8
3.1.1	Anatomie	8
3.1.2	Embryologie	9
3.2	Entwicklung des räumlichen Sehens	10
3.3	Kindliche Kataraktformen	11
3.3.1	Cataracta congenita	11
3.3.2	Juvenile Linsentrübungen	13
3.3.3	Erworbene (sekundäre) Katarakt.....	13
3.4	Diagnose und Therapie der congenitalen Katarakt.....	14
3.4.1	Untersuchungsmethoden	14
3.4.2	Konservative Therapie	15
3.4.3	Chirurgische Therapie	15
3.5	Korrektur der Aphakie.....	16
3.5.1	Brillengläser	16
3.5.2	Kontaktlinsen	17
3.5.3	Intraokularlinsen.....	18
4	Material und Methoden	19
4.1	Ein- und Ausschlusskriterien.....	19
4.2	Auswahl der Befunde, Akten zur Auswertung	20
4.3	Operateure	21
4.4	Methoden in Diagnostik und Therapie	21
4.4.1	Diagnostische Methoden	21

4.4.2	Indikationen zur Operation.....	22
4.4.3	Operative Methoden und Nachuntersuchung.....	22
4.4.3.1	Primäre Katarakt.....	23
4.4.3.2	Sekundäre Katarakt.....	24
4.4.3.3	Prä-, intra- und postoperative medikamentöse Therapie.....	24
4.4.3.4	Nachuntersuchungen.....	25
4.4.3.5	Komplikationen.....	26
5	Ergebnisse.....	26
5.1	Kataraktursache.....	26
5.2	Ein- oder Beidseitigkeit der Katarakt.....	27
5.3	Alter der Patienten.....	28
5.4	Präoperative Befunde.....	29
5.4.1	Opthalmologische Befunde.....	29
5.4.2	Strabologische Befunde.....	32
5.5	Auswertung der Visusergebnisse.....	33
5.5.1	Fernvisus.....	33
5.5.2	Nahvisus.....	39
5.6	Refraktion.....	40
5.7	Bulbuslänge.....	42
5.8	Intraokulare Linsen.....	45
5.9	Intraoperative und postoperative Komplikationen.....	45
5.9.1	Primäre Katarakt.....	46
5.9.2	Erworbene Katarakt.....	46
6	Diskussion.....	47
6.1	Diskussion der Methodik.....	48
6.2	Diskussion der Ergebnisse.....	49

7	Zusammenfassung	56
8	Literatur	57
9	Anhang.....	62
9.1	Abkürzungsverzeichnis	62
9.2	Verzeichnis der Abbildungen	63
9.3	Verzeichnis der Tabellen	64
10	Danksagung	66
11	Lebenslauf	67

1 Einleitung

Im Gegensatz zu den standardisierten Operationsverfahren und den erfolgreichen Ergebnissen von Kataraktoperationen bei Erwachsenen, wirft die Behandlung der Katarakterkrankung bei Kindern eine Reihe kontrovers diskutierter Fragen auf. Die Wahl des richtigen Zeitpunktes einer operativen Behandlung, die Auswahl des Verfahrens, die langfristige Aphakiekorrektur und die jahrelange Nachsorge zur Behandlung der Amblyopie stellen Operateure, Nachbehandler, Eltern und die Kinder selbst vor große Herausforderungen.

Nur wenn dafür gute Voraussetzungen geschaffen werden, kann mit bestmöglicher optischer Qualität, zuverlässiger und dauerhafter Korrektur und vertretbarem Einsatz seitens der Eltern eine erfolgreiche Behandlung der Amblyopie durchgeführt werden. Dabei ist die visuelle Rehabilitation aphaker Kinder meist langwierig, kompliziert und häufig unbefriedigend.

Die Amblyopie ist zumeist das Ergebnis vieler möglicher Komplikationen wie Anisometropie, Non-Compliance beim Tragen der Kontaktlinse, Bildung von Membranen hinter der Linse, Strabismus und Verlust der Binokularfunktion.

Zur Korrektur der Aphakie werden Brillen, Kontaktlinsen (KL) oder Intraokularlinsen (IOL) eingesetzt.

2 Zielsetzung

Anhand eigener Daten sollen in dieser Studie folgende Fragen beantwortet werden:

1. In welchem Alter kann eine Intraokularlinse sicher implantiert werden?
2. Wie ist die Zielrefraktion zu wählen, entwickelt sich eine Refraktionsänderung zur Myopie?
3. Was muss bei der postoperativen Therapie speziell bei Kindern beachtet werden?

3 Stand der Forschung

3.1 Anatomie und Embryologie der Linse

3.1.1 Anatomie

Die Linse besteht aus Kapsel, Rinde sowie dem Kern und besitzt keine Gefäße oder Nerven (SACHSENWEGER und KLAUB, 2003).

Das einzige Linsenepithel befindet sich unter der festen, elastischen, vorderen Linsenkapsel und am Linsenäquator, wo es während des Lebens neue, glasklare Linsenfasern bildet, die sich schalenartig an die alten Fasern anschichten (appositionelles Wachstum) (SACHSENWEGER und KLAUB, 2003). Je nach Lage der Trübung in der Rinde wird die Trübung als subcapsulär oder supranucleär bezeichnet.

Die Linsenfasern stellen anatomisch die Linsenrinde dar. Aufgrund des lebenslangen Wachstums der Linse kann sich das Gewicht der Linse im Laufe des Lebens nahezu verdreifachen (SCHIEBLER und KORF, 2007).

Im Alter bildet sich ein härterer, oft bräunlich gefärbter Linsenkern, der Anteil der Rinde nimmt ab. In der Jugend ist die Linse bikonvex, ihre Rückseite stärker gekrümmt und am Äquator an den Zonula zinnii aufgehängt. Bei Neugeborenen hat die Linse einen Durchmesser von 7 mm, beim Erwachsenen von 10 mm. Die Linse hat eine weiche Konsistenz, die durch den hohen Wassergehalt bedingt ist (65-75%). Die Brechkraft beträgt bei Fernakkommodation beim Erwachsenen etwa 19 Dioptrien, der Durchmesser am Äquator ca. 10 mm. Beim Kind wird dagegen eine Brechkraft von bis zu 30 Dioptrien erreicht. Im Alter ist die Linse starr (Presbyopie).

3.1.2 Embryologie

Nach Verdickung des Hautektoderms am Augenbecher zur Linsenplatte erfolgt bereits im ersten Fetalmonat die Differenzierung zur Linsengrube, später nach Lösung der Verbindung zum Hautektoderm (3. embryonale Lebenswoche) zur Linsenblase. Aus den Epithelzellen der Linsenblase bildet sich eine strukturlose Kortikularhülle, die Linsenkapsel. Sie ist die Basalmembran des Epithels. Die Epithelzellen der Hinterwand und der Äquatorialzone verlängern sich zu Linsenfasern und füllen das Innere der Linsenblase aus. Danach existiert unter der hinteren Linsenkapsel kein Epithel mehr. An den mit der Spaltlampe sichtbaren Linsennähten stoßen die Linsenfasern aneinander. Diese Nahtfigur besitzt im vorderen Linsenteil die Form eines Ypsilon. Im hinteren steht dieses Ypsilon auf dem Kopf. Ist sie stärker ausgeprägt spricht man von einer Cataracta stellata. Während der Embryonalzeit wird die Linse von zwei Gefäßsystemen versorgt, die sich im späteren Verlauf der Entwicklung zurückbilden. Die Vasa hyaloidea versorgt den hinteren Linsenabschnitt, die Tunica vasculosa lentis (Pupillarmembran) den vorderen. Mitunter können Reste dieser Gefäße auch später noch sichtbar sein. Das Team von Joachim Wittbrodt vom European Molecular Biology Laboratory in Heidelberg hat bei der mikroskopischen Beobachtung von markierten Zellen in durchsichtigen lebenden Fischembryonen festgestellt, dass die Ansichten zur frühen Entwicklung des Auges revidiert werden mussten. Bisher war man davon ausgegangen, dass sich Zellschichten aus dem embryonalen Zwischenhirn an den entsprechenden Stellen zu zwei kleinen Bläschen, eben den Augenbechern, ausstülpfen. Doch offenbar findet bei der Augenentwicklung gar keine Ausstülpfung von Zellschichten statt. Vielmehr bleiben bei der Bildung des Neuralrohres, des zukünftigen Gehirns, einige Vorläuferzellen, auf denen später die Retina gebildet wird, sozusagen sitzen, statt zur Rohrbildung nach innen zu wandern. Diese Zellen markieren die Lage der Augenbecher. Zudem wandern andere retinale Vorläuferzellen zuerst von außen über die sitzen gebliebenen Zellen hinweg, werden dann aber offenbar von einer noch nicht identifizierten Substanz in der Mitte des Neuralrohres abgestoßen, so dass sie einen Haken schlagen und wieder zurück zu den sitzengebliebenen Zellen wandern. Am Anfang der Bildung des Becherauges steht also nicht eine Zellschicht, sondern eine große Ansammlung einzelner Zellen, die sich zu einem Zellverbund zusammenschließen (NAUMANN, 1997).

3.2 Entwicklung des räumlichen Sehens

Wie alle Sinnesorgane sind auch die Augen und der Sehnerv zum Zeitpunkt der Geburt zwar vollständig angelegt aber noch nicht voll entwickelt.

Die Nervenbahnen, die die Augen mit der Schaltzentrale Gehirn verbinden, sind noch nicht ausgereift. Diese Reifung findet in den ersten sieben Lebensjahren durch den ständigen Gebrauch der Augen beim normalen, alltäglichen Sehen statt und führt zu einem vollwertigen Sehen beider Augen.

Zur Gesamtheit des Sehens gehören eine Reihe von Einzelleistungen, die zu unterschiedlichen Zeiten innerhalb der ersten sieben Jahre reifen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Entwicklung des Sehens in Abhängigkeit vom Lebensalter (VANSELOW und ZUBCOV-IWANTSCHIEFF, 2005)

Zeitpunkt	Entwicklungsstufe
Geburt	Sehorizont reicht etwa 20 cm weit, die Augen können horizontal bewegt werden, die Pupillen reagieren bereits auf Licht
mit 3 Monaten	Personen und Gegenstände werden angeschaut und fixiert
mit 3 Monaten	Das Kontrastsehen entwickelt sich
mit 4 Monaten	Die Akkommodation entwickelt sich. Dinge in Ferne und Nähe werden zunehmend scharf gesehen
mit 6 Monaten	Das räumliche, dreidimensionale Sehen entwickelt sich
in den ersten Jahren	Das Farbsehen entwickelt sich
mit ca. 7 Jahren	Das Sehvermögen ist komplett ausgebildet
mit 8-9 Jahren	Das Gesichtsfeld ist so entwickelt, dass zunehmend Verkehrstauglichkeit besteht

Dieser Reifungsprozess verläuft in den ersten Lebensmonaten, der sogenannten sensiblen Phase, sehr schnell, in dieser Zeit werden die wichtigsten Nervenfasern sowohl für das einäugige als auch das beidäugige Sehen vom Auge zum Gehirn geschaltet. Die Reifung findet auch in den folgenden Lebensjahren statt, dann jedoch mit abnehmender Intensität und Geschwindigkeit. Wird dieser Reifungsprozess gestört, kommt es zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Sehstörung, der sogenannten Schwachsichtigkeit (Amblyopie), die bis zur funktionellen Erblindung der Augen führen kann. Je früher im Leben diese Erkrankung auftritt, um so stärker wird die Sehentwicklung des oder der Augen beeinträchtigt. Eine Behand-

lung im Erwachsenenalter, sei es durch eine Brillenkorrektur oder eine sehverbessernde Operation, wird keinen Erfolg für die Sehschärfe mehr bringen. Das kann negative Konsequenzen haben, z.B. für die Schulleistungen, Berufswahl und Führerschein.

Um diesen ungünstigen Entwicklungsprozess zu vermindern, müssen Sehfehler so schnell wie möglich erkannt und behandelt werden (VANSELOW und ZUBCOV-IWANTSCHIEFF, 2005).

Zu den häufigsten und wichtigsten Erkrankungen des kindlichen Auges gehören Refraktionsfehler (Myopie, Hyperopie, Astigmatismus), Strabismus und Katarakt.

3.3 Kindliche Kataraktformen

Die kindlichen Katarakte unterscheiden sich neben Klinik und Ätiologie vor allem in Prognose, chirurgischer Therapie und optischer Rehabilitation von den Katarakten bei Erwachsenen, da die Visusentwicklung der Augen mit einer früh entstandenen Katarakt gestört ist. Eine Untersuchung und Behandlung kindlicher Katarakte ist aufwendig, und die rechtzeitige Diagnostik mit Feststellung des Operationszeitpunktes steht im Vordergrund.

3.3.1 Cataracta congenita

Obwohl wegen des Wortursprungs „kongenitale Katarakt“ bedeutet, dass diese genetisch determiniert ist und damit prinzipiell in jedem Lebensalter auftreten kann, wird sowohl im angelsächsischen als auch im deutschen Sprachgebrauch jede Katarakt als kongenitale Katarakt bezeichnet, die im Säuglingsalter, d.h. bei Geburt und bis zum 1. Lebensjahr aufgetreten ist (LORENZ, 2007).

Die Häufigkeit der primären (congenitalen) Katarakt blieb in den letzten Jahrzehnten konstant und beträgt für die beidseitige Katarakt 3 je 10.000 Lebendgeburten (SCHRADER et al., 1994).

Die angeborene Linsentrübung ist die häufigste Ursache einer schweren Amblyopie oder sogar Erblindung. Diese Amblyopie entsteht bereits in den ersten zwei Monaten und ist irreversibel.

Die Ursache der bilateralen kongenitalen Katarakt ist in den Industrienationen meist idiopathisch. Zirka ein Drittel der Fälle ist hereditär ohne eine systemische Erkrankung. Trotz der Vererbung können die Kataraktformen morphologisch stark voneinander abweichen. Viele Gene, die in die Kataraktogenese involviert sind, konnten mittlerweile identifiziert werden. Zusätzlich existiert eine große Gruppe kongenitaler Katarakte, die mit systemischen Erkrankungen wie z.B. der Trisomie 13, 18 und 21 oder dem Turner-Syndrom kombiniert sind. Stoffwechselerkrankungen wie die Galaktosämie, Diabetes mellitus, Morbus Fabry, Hypokalzämie sowie die große Gruppe der intrauterinen Infektionen spielen bei der Kataraktentwicklung eine bedeutende Rolle. Hier sollte besonderes Augenmerk auf die häufigsten Infektionen TORCH(S) (Toxoplasmose-, Röteln-, Cytomegalie-, Herpes- und Syphilisinfektionen) und Varizellainfektionen gerichtet werden. Bei diesen Infektionen stellt die Rötelinfection die wichtigste dar; eine Rötelnkatarakt ist für gewöhnlich bilateral, kann sich aber auch unilateral manifestieren.

Häufig ist der Grund für die einseitige Katarakt idiopathisch (LÜCHTENBERG und KOHNEN, 2007).

Verschiedene Formen der congenitalen Katarakt sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Übersicht über verschiedene Kataraktformen (SACHSENWEGER und KLAUß, 2003)

Kataraktform	Art der Trübung
Totalstar	vollständige Trübung, normale Linsensubstanz fehlt
Membranstar	Linse vollständig durch eine Membran ersetzt
Ringstar	zentrale Membran, periphere Linsenrinde
Schichtstar	Trübung nur einer Rindenschicht mit peripheren, radiären Trübungsspeichen (Reiterchen), Linse primär normal angelegt
Kernstar (Zentralstar)	Embryonalkern getrübt
Pulverstar	pulverartige, zentrale Trübungen
vorderer Polstar	Kapsel und subkapsuläre Rinde des vorderen Linsenpols getrübt
hinterer Polstar	Kapsel und subkapsuläre Rinde des hinteren Linsenpols getrübt
Pyramidenstar	Polstar mit Ausstülpung des Pols
Spindelstar	gleichzeitiges Vorliegen eines vorderen und hinteren Polstars (selten)

3.3.2 Juvenile Linsentrübungen

Juvenile Linsentrübungen entstehen nach dem 1. Geburtstag. Unter den juvenilen Linsentrübungen kennen wir die *Cataracta coronaria* (dichte ovale Trübungen in der Peripherie der Linse) und die *Cataracta coerulea* (ebenfalls periphere, jedoch oft bauliche Trübungen). Die Ursache der bilateralen kongenitalen Katarakt ist in den Industrienationen meist idiopathisch (LÜCHTENBERG und KOHNEN, 2007). Ein beträchtlicher Teil der Fälle ist hereditär ohne eine systemische Erkrankung. Zusätzlich existiert eine Gruppe kongenitaler Katarakte, die mit systemischen Erkrankungen wie der Trisomie 13, 18 und 21 oder dem Turner-Syndrom assoziiert sind.

3.3.3 Erworbene (sekundäre) Katarakt

Katarakte können zudem aufgrund eines Traumas, einer Uveitis oder eines chirurgischen Eingriffs auftreten. Die Trübungen der Linse und Visusbeeinträchtigungen sind in diesen Fällen

oft sehr stark. Je nach Ausdehnung der Verletzung kann es zu einer umschriebenen oder vollständigen Trübung der Linse kommen.

3.4 Diagnose und Therapie der congenitalen Katarakt

3.4.1 Untersuchungsmethoden

Es gibt verschiedene an das Alter der Kinder gebundene Untersuchungsmethoden, wie die direkte und indirekte Ophthalmoskopie mit der die Dichte einer Katarakt bestimmt werden kann.

Bei der Durchleuchtung mit einer Lichtquelle, dem Brückner-Test, erhält man bei dichter Trübung keinen Rotreflex der Netzhaut. Ist die Trübung weniger dicht, kann man den Fundus mit der indirekten Ophthalmoskopie untersuchen. Die Indikation für eine Kataraktoperation ist gegeben, wenn bei der Skiaskopie in Miosis festgestellt wird, dass die Verlegung der optischen Achse durch die Katarakt einen Reflex nicht mehr zulässt. Erst ab ca. 2 ½ Jahren, also bei Kindern im sprachfähigen Alter, wird die Indikation für eine Operation nach dem Sehvermögen gestellt. Die Morphologie der Trübung, Lokalisation, Ausprägung und Begleitung pathologischer Veränderungen werden mit der Spaltlampe diagnostiziert. Diese Untersuchungen klären die Frage der Indikation und des richtigen Zeitpunktes einer Operation bei der kongenitalen Katarakt. Eine dichte kongenital einseitige Katarakt sollte unmittelbar nach der Diagnosestellung operiert werden, ideal in den ersten 12 Lebenswochen. Bei einer kongenital beidseitigen Katarakt erstreckt sich der Zeitraum, in dem operiert werden sollte, über die ersten 18 Lebensmonate.

3.4.2 Konservative Therapie

Ist die Trübung, z.B. bei einer frühkindlichen Katarakt, weniger dicht und die Skiaskopie in Miosis noch möglich, werden zur Vermeidung einer drohenden Amblyopie zuerst konservative Maßnahmen getroffen. Dazu gehören die Korrektur mit einer Brille und Weitstellung des betroffenen Auges, sowie bei der einseitigen Katarakt die Okklusion des gesunden Auges (TESSMER, 2002; VANSELOW et al., 2002).

3.4.3 Chirurgische Therapie

Kataraktchirurgische Eingriffe in den ersten 6 Lebenswochen haben die Aussicht auf die besten visuellen Ergebnisse für Kinder mit dichter einseitiger kongenitaler Katarakt (KOHNEN und LÜCHTENBERG, 2007). Für Kinder mit beidseitiger dichter Katarakt ist dieses Zeitfenster der Operation dagegen nicht klar definiert. Die Häufigkeit nicht zufriedenstellender visueller Ergebnisse steigt jedoch bei Operationen nach der 10. Lebenswoche (LAMBERT und DRACK, 1996). Ein prognostisch guter Indikator für ein positives Operationsresultat ist zudem das Fehlen eines präoperativen Nystagmus (KOHNEN und LÜCHTENBERG, 2007).

Die Operation der kindlichen Katarakt stellt aufgrund kleinerer anatomischer Gegebenheiten sowie der weichen und elastischen Gewebsstrukturen bei jungen Menschen eine besondere Herausforderung für den Ophthalmochirurgen dar. Operiert wird die getrübe Linse über einen limbalen oder einen Parsplana-Zugang. Die extrem hohe Nachstarrate beim kindlichen und jugendlichen Auge mit geschlossener Hinterkapsel wird heute durch diffizile Kapselchirurgie, spezielle IOL-Implantationstechniken und glaskörperchirurgische Maßnahmen behandelt. Intraokularlinsen werden routinemäßig frühestens ab dem ersten bis zweiten Lebensjahr eingesetzt, da in den ersten 18 Lebensmonaten mit einem stärkeren Bulbuswachstum zu rech-

nen ist. Durch dieses Bulbuswachstum kommt es zu Veränderungen der Proportionen im Auge. Der Bulbus wächst und das Auge wird tendenziell kurzsichtiger.

Die meisten Chirurgen korrigieren bei der Implantation der Kunstlinse in Abhängigkeit vom Alter die Aphakie nur teilweise, d.h. die Refraktion bleibt absichtlich unterkorrigiert, damit sich bei Zunahme der Bulbuslänge die bestehende Hyperopie verringern kann.

Bezüglich des Linsenmaterials für IOL besteht die längste Erfahrung mit PMMA. Allerdings haben sich in den letzten Jahren immer mehr auch faltbare IOL durchgesetzt. Besonders eignen sich Haptiken, die in einen noch kleinen Kapselsack ausreichend aber nicht ungehindert komprimiert werden können.

Die prä- intra- und postoperative Therapie hängt sehr vom Trauma durch die OP ab und sollte steroidale und nicht steroidale Entzündungshemmer sowie eine Antibiose beinhalten. Die Medikation wird in den ersten Tagen intensiv gegeben, danach wird die Medikation über 3-6 Wochen ausgeschlichen.

Orthoptische Nachuntersuchungen und eine Amblyopietherapie sind ebenfalls entscheidend für das Langzeitergebnis.

3.5 Korrektur der Aphakie

3.5.1 Brillengläser

Die Aphakiekorrektur mittels Brillengläsern zeigt nur in Fällen von bilateraler Aphakie ohne Anisometropie erfolgreiche Ergebnisse (LORENZ, 2007), bei einseitiger Aphakie sind Brillengläser also nicht einsetzbar.

Vorteile der Brillengläser sind: Leichte Anpassung an wechselnde Refraktion, einfach in der Handhabung, gute Visusergebnisse.

Nachteile der Brillengläser sind schlechte optische Qualität der starken Plus-Gläser und die kosmetische Situation für die kleinen Patienten.

3.5.2 Kontaktlinsen

Für die optische Korrektur bei Aphakie sind Kontaktlinsen in den ersten Lebensjahren noch immer Therapie der Wahl. Schon vor ca. 30 Jahren wurden die einseitigen und auch bilateralen Aphakiekorrekturen mit Kontaktlinsen als gute Methode beschrieben (LORENZ, 2007).

Vorteile der Kontaktlinsen:

- Die Kontaktlinsen erzeugen eine bessere optische Abbildungsqualität als Brillengläser.
- In der Phase des Augenwachstums hat die Kontaktlinse den Vorteil, dass sie bei Refraktionsänderungen dem Auge immer wieder neu angepasst werden kann.
- Ein Ausgleich ist auch bei einseitiger Aphakie möglich.

Nachteile der Kontaktlinsen:

- Notwendige Neuanpassungen und Kontrollen sind aufwendig und kostenintensiv.
- Nicht jedes Kind lässt sich problemlos behandeln.
- Die Anforderung an die Mitarbeit des Kindes und der Eltern sind hoch.
- Rezidivierende Infektionen der Hornhaut.
- Gefahr des Verlustes der Kontaktlinsen und damit Intervalle nicht korrigierter Aphakie. Besonders bei einseitiger Aphakie ergibt sich hier ein erhöhtes Amblyopierisiko.

Die offensichtlich vorhandenen Nachteile regen jedoch zu Überlegungen und Studien zu dem Thema an, ab welchem Alter man mit IOL bei Kindern erfolgreiche Korrekturen durchführen kann.

3.5.3 Intraokularlinsen

Werden kataraktchirurgische Eingriffe auch seit über 2000 Jahren durchgeführt, so begann die Geschichte der Intraokularlinsenoperation jedoch erst vor 50 Jahren mit der ersten Implantation durch Sir Harold Ridley. Die Entwicklung der Kunstlinsen zeichnete sich durch einen ständigen Wechsel von Erfolgen und Misserfolgen aus. Mit der Weiterentwicklung der kataraktchirurgischen Techniken (ECCE, Phakoemulsifikation, Kapsulorhexis) kam es in den letzten 15 Jahren zu einem besonders erfolgreichen Zusammenwirken von Kunstlinsenentwicklung und Operationsmethoden. Das Indikationsspektrum zur Intraokularlinsenimplantation und zur Kataraktchirurgie weitet sich dabei ganz allgemein ständig auf weitere Patienten und Altersgruppen aus. Zurzeit beginnt sich die Intraokularlinsen Chirurgie von der klassischen Kataraktchirurgie dahin gehend zu lösen, dass im Rahmen von refraktiven Eingriffen klare Linsen operiert werden, bzw. Kunstlinsen zur Korrektur höhergradiger Ammetropien im aphaken Auge implantiert werden. Insbesondere diese Entwicklung ist nur aufgrund der hohen Erfolgs- und immer niedrigeren Komplikationsrate der klassischen Katarakt und Intraokularlinsen Chirurgie möglich (AUFFARTH und APPLE, 2001). Auch bei Kindern werden seit Jahren Intraokularlinsen zur Aphakiekorrektur primär oder sekundär eingesetzt. Der Indikationsbereich zur primären IOL-Implantation erweitert sich fortwährend, d.h. das Alter, ab dem implantiert wird, sinkt in einigen Untersuchungen bis auf wenige Wochen alte Kinder. Eine IOL hat gegenüber einer Kontaktlinse theoretisch den Vorteil, dass kontinuierlich korrigiert wird und die Korrektur der Optik der kristallinen Linse näher kommt. Andererseits wachsen die Augen bei Kindern rasch, sodass es unmöglich ist, eine IOL zu implantieren, die zu einer stabilen Refraktion direkt nach der Operation und im weiteren Verlauf führt. Je früher implantiert wird, desto eher besteht die Notwendigkeit zu einer kombinierten Korrektur mit zusätzlicher Brille oder Kontaktlinsen, um der zu erwartenden Refraktionsänderung Rechnung zu tragen.

4 Material und Methoden

Von 1995 bis 2005 wurden an der Augenklinik Bremen-Mitte insgesamt bei 126 Kindern und Jugendlichen im Alter zwischen 14 Monaten und 18 Jahren Intraokularlinsen implantiert. Bei 85 Patienten wurden einseitige Operationen durchgeführt, 41 Kinder und Jugendliche wurden beidseitig operiert. Insgesamt ergaben sich damit 167 Fälle von IOL-Implantationen.

4.1 Ein- und Ausschlusskriterien

In die Studie eingeschlossen wurden alle Kinder mit primärer einseitiger oder beidseitiger Katarakt sowie Kinder mit sekundärer Katarakt oder Aphakie, bei denen nach der Lensektomie primär oder sekundär eine Intraokularlinse implantiert wurde.

Nicht in der Studie berücksichtigt wurden schwerbehinderte Kinder und Patienten mit Vorliegen eines Mikrophthalmus, einer Neoplasie (zum Beispiel Willmstumor), eines congenitalen Glaukoms, einer perforierenden Keratoplastik oder einer Netzhautablösung.

Ein Teil der Patienten lebte im Ausland, so dass nur die Daten einer kurzen perioperativen Phase erfasst werden konnten. Einige weitere Patienten waren zum Nachsorgetermin nicht erschienen. Zu Patienten, die in der Zwischenzeit umgezogen waren, konnte ein Kontakt nicht mehr hergestellt werden.

Insgesamt verblieben damit für die Auswertung die Daten von 59 Patienten. Aus Tabelle 3 geht hervor, dass 37 Patienten unter einer primären und 22 unter einer sekundären Katarakt litten. Unter den primären Katarakten waren die einseitigen (18) und beidseitigen (19) etwa gleich häufig vertreten, bei den sekundären waren einseitige (20) naturgemäß sehr viel häufiger als beidseitige (2).

Tabelle 3: Anzahl der Patienten in den verschiedenen Kategorien von einseitig / beidseitiger IOL-Implantation sowie primärer / sekundärer Katarakt.

Anzahl der Patienten	IOL-Implantation		Summe
	einseitig	beidseitig	
primär	18	19	37
sekundär	20	2	22
Summe	38	21 (42 Augen)	59 (80 Augen)

In dieser retrospektiven Studie wurden damit insgesamt 80 Augen von 59 Patienten erfasst.

4.2 Auswahl der Befunde, Akten zur Auswertung

Die Krankenakten der Patienten bildeten die Grundlage für den präoperativen und die ersten postoperativen Befunde. Diese Befunde beinhalten Visus, objektive Refraktion mittels Skioskopie in Zykloplegie, Befunde der vorderen Augenabschnitte, Fundusbefunde, Tensiwerte und den Sehschulstatus. Zu erwähnen ist, dass diese Befunde nicht bei jedem Patienten vollständig waren. Zum Teil wurden die Befund unter Narkose erhoben.

Bei 41 der 59 Patienten konnte eine Nachkontrolluntersuchung in einem Zeitraum zwischen 6 Monaten und 9 Jahren nach IOL-Implantation durchgeführt werden.

Dabei wurden, sofern möglich, Daten zu Visus (Fern, Nah), Refraktion, zum Teil Biometrie, Tensio, Befunde vorderer Augenabschnitte, Fundusbefunde und Sehschulstatus erhoben.

Bei 16 Patienten wurden mit Hilfe der weiterbetreuenden, niedergelassenen Augenärzte die übrigen postoperativen Folgebefunde erfasst. Die Gesamtheit dieser Daten bilden die Basis dieser Studie.

4.3 Operateure

Zwischen 1995 bis 2005 wurden die Kinder von vier Operateuren operiert.

4.4 Methoden in Diagnostik und Therapie

4.4.1 Diagnostische Methoden

Die Erhebung der prä- und ersten postoperativen Befunde erfolgte je nach Alter der Patienten entweder unter Narkose oder vor der Spaltlampe.

Bei der Narkoseuntersuchung wurden unter dem OP-Mikroskop die vorderen Augenabschnitte beurteilt, eine binokulare Funduskopie sowie eine Skiaskopie durchgeführt, die Tensio wurde mit dem Schiötztonometer gemessen. Ohne Narkose stellte die Spaltlampe die Basis der Untersuchung dar, die zur direkten Untersuchung der vorderen Augenabschnitte sowie zur Diagnostik des Fundus mittels indirekter Ophthalmoskopie eingesetzt wurde. Der intraokulare Druck wurde mit einem an der Spaltlampe fixierten Applanationstonometer nach Goldmann ermittelt. Als Grundlage zur Berechnung der notwendigen Brechkraft der zu implantierenden Intraokularlinsen dienten ein Autorefraktor zur Ermittlung der Keratometerwerte sowie eine Ultraschall-Biometrie, mit deren Hilfe die Achsenlänge der Augen bestimmt und die zu implantierende IOL berechnet wurde.

4.4.2 Indikationen zur Operation

Wegen ihrer irreversiblen deprivationsamblyogenen Wirkung und der gesteigerten postoperativen entzündlichen Reaktion erfordert die kindliche Katarakt eine frühzeitige Diagnosestellung und eine minimalinvasive, möglichst atraumatisch durchgeführte Operation (LÜCHTENBERG und KOHNEN, 2007). Gegen eine Operation sprechen dagegen die in Tabelle 4 aufgeführten Befunde.

Tabelle 4: Befunde zur Indikationsstellung einer Kataraktoperation im Kindesalter, nach LÜCHTENBERG und KOHNEN (2007)

Kriterium	Befunde, die gegen eine Operation sprechen
Skioskopiereflex	Gute Durchleuchtbarkeit beim Brückner-Test, keine signifikante Trübung
Nystagmus	Vorhanden
Visus	Voll oder Altersnorm (mindestens 0,4)
Lokalisation	Nicht in der optischen Achse, peripher
Größe	Kleiner als 3 mm
Trübungsdichte	Guter Funduseinblick in Miosis möglich
Alter	Sehr späte Erstdiagnose mit reduzierter Visusprognose
Strabismus	Vorliegen einer gleichzeitigen Schielamblyopie
Beginn der Trübung	Spät
Binokularfunktionen	Vorhanden

4.4.3 Operative Methoden und Nachuntersuchung

In allen Fällen wurde die IOL so ausgewählt, dass als Zielrefraktion bei beidseitiger Operation Emmetropie angestrebt wurde, bzw. bei einer einseitigen Operation eine Anpassung der Refraktion an das andere Auge erfolgte, so dass Anisometropie nach Möglichkeit vermieden wurde. Für Kinder unter 2 Jahre wurde eine Zielrefraktion von +1 dpt angestrebt.

Bei den 80 implantierten Hinterkammerlinsen war in 54 Fällen eine heparinmodifizierte One-Piece-PMMA-Linse (Pharmacia 811 C oder Pharmacia 722 C) und in 26 Fällen eine Acryl-Faltlinse (Akreos adapt oder Acri.Lyc) verwendet worden. In den meisten Fällen wurde eine One-Piece-PMMA-Linse Pharmacia 811 C heparinmodifiziert implantiert. Die Hydrophilisierung des an sich hydrophoben PMMA-Materials (Polymethyl-Methacrylat) wurde durch Heparin-Surface-Modifikation erreicht. Dadurch reduzierte sich die postoperative Entzündungsreaktion, die Fremdkörperreaktion und das Nachstarrisiko. Das Material bei faltbaren Linsen bestand aus einer Kombination verschiedener Acrylate und Methacrylate sowie unterschiedlicher Silikon-Elastomere.

4.4.3.1 Primäre Katarakt

Alle Eingriffe bei primärer (congenitaler) Katarakt, ein- oder beidseitig, wurden bei Kindern ab dem 12. Lebensmonat unter Vollnarkose durchgeführt. Der operative Zugang erfolgte je nach Operateur und anatomischer Ausgangssituation corneal oder corneoskleral. Zudem wurden immer zwei zusätzliche Parazentesen angelegt, die Vorderkammer wurde zunächst mit Visokoelastikum gestellt.

Eine vordere Kapsulorhexis und Hydrodissection wurde durchgeführt. Im nächsten Schritt wurde das Linsenmaterial bimanuell abgesaugt und eine hintere Kapsulotomie sowie vordere Vitrektomie durchgeführt. In einem weiteren Schritt wurde die Intraokularlinse in den Kapselsack eingesetzt. Es wurde eine One-Piece-PMMA-Linse (Pharmacia 811C) oder eine Acryllinse implantiert. Am Ende des Eingriffs wurde der operative Zugang mittels Naht verschlossen, Visokoelastikum abgesaugt und die Bindehaut darüber vernäht.

Bei Operationen zwischen 1995 und 2000 verzichteten wir bei primären Katarakten bei Kindern über 6 Jahre auf eine primäre, hintere Kapsulotomie und vordere Vitrektomie. Eine hintere Kapsulotomie und vordere Vitrektomie wurde nach 2000 regelmäßig durchgeführt.

4.4.3.2 Sekundäre Katarakt

Bei sekundären Katarakten wurde wie folgt vorgegangen: Alle perforierenden Verletzungen, die zu einer Linsentrübung geführt haben, wurden zuerst primär versorgt und die trübe Linse abgesaugt.

Zeitversetzt erfolgte eine sekundäre IOL-Implantation. Die operativen Eingriffe wurden in Vollnarkose durchgeführt. Der operative Zugang erfolgte corneal oder corneoskleral, auch hier wurden immer zwei zusätzliche Parazentesen angelegt. Falls nötig wurden evt. vorbestehende Synechien gelöst oder noch vorhandene Linsen- bzw. Kapselreste entfernt. Nach Eröffnung des Tunnels wurde entweder eine kapselfixierte, eine sulcusfixierte Hinterkammerlinse oder eine kammerwinkelgestützte Vorderkammerlinse implantiert. Im nächsten Schritt wurde das Viscoelastikum mittels Vorderkammerspülung entfernt. Am Ende des Eingriffes wurde der Tunnel und die Bindehaut darüber verschlossen. Bei den Augen, die eine Vorderkammerlinse bekommen haben, wurden zusätzlich zwei periphere Iridektomien aufgelegt.

4.4.3.3 Prä-, intra- und postoperative medikamentöse Therapie

Einen Tag vor der Operation bekamen die Patienten topische Antibiotika und topische Corticosteroide, unmittelbar präoperativ bekamen sie Mydriatika und Acetazolamid. Am Ende der Operation wurden topische Antibiotika, Corticosteroide als subconjunctivale Injektion, nicht steroidale Antiphlogistika und Mydriatikum verabreicht.

Bei perforierenden Verletzungen wurden prä-, intra- und postoperativ systemische Antibiotika verabreicht. Ab dem 1. postoperativen Tag bekamen die Patienten topische Antibiotika und Corticosteroide und nicht steroidale Antiphlogistika und Mydriatikum.

Postoperativ erhöhte Augendruckwerte wurden mit topischen oder systemischen Carboanhydrasehemmern therapiert.

4.4.3.4 Nachuntersuchungen

Die erste Nachuntersuchung erfolgte am ersten postoperativen Tag. Dabei wurden folgende Parameter, wenn möglich, untersucht:

- Visus
- Refraktion
- Augendruck
- vorderer Augenabschnitt
- Fundus.

In der Regel wurde ein Sehschulstatus innerhalb der ersten postoperativen Tage erhoben. In einigen Fällen ist diese Untersuchung vom niedergelassenen Augenarzt durchgeführt worden. Unsere Patienten wurden in der Regel 2-7 Tage nach der Operation entlassen. Die ambulanten Kontrollen sind vom niedergelassenen Augenarzt durchgeführt worden. Wir haben die Patienten zu einer Nachkontrolle in unserer Klinik 2-4 Wochen nach der Entlassung einbestellt. Bei der zweiten Nachuntersuchung wurden folgende Parameter untersucht:

- Visus
- Refraktion
- Binokularstatus
- Biometrie
- Augendruck,
- vorderer Augenabschnitt
- Fundus.

Weitere Nachuntersuchungen erfolgten nach 3 Monaten und dann alle 3-6 Monate.

4.4.3.5 Komplikationen

Folgende Komplikationen wurden dokumentiert:

- Erhöhte Augendruckwerte,
- vermehrter Vorderkammerreizzustand,
- Fibrinbildung in der Pupillarebene,
- Bildung eines Nachstars.

Unterschieden wurde dabei nach frühen Komplikationen, die innerhalb der ersten 4 Tage nach der Operation auftraten und Spätkomplikationen, die nach diesem Zeitraum auftraten. Ergebnisse

Insgesamt standen die Daten von Untersuchungen an 80 Augen von 59 Patienten zur Verfügung. 37 Patienten wiesen eine primäre und 22 eine sekundäre Katarakt auf. Die IOL-Implantation erfolgt bei 38 Patienten einseitig und bei 21 Patienten beidseitig.

4.5 Kataraktursache

In der Gruppe der primären Katarakte war die Kataraktursache bei 43 Augen (30 Patienten) eine Cataracta congenitales, bei 4 Augen (2 Patienten) eine Sphärophakie, bei 7 Augen (4 Patienten) eine juvenile Katarakt, bei 2 Augen (1 Patient) eine congenitale Aniridie mit Cataracta congenitales.

Tabelle 5: Häufigkeitsverteilung der Kataraktursachen in der untersuchten Stichprobe

Primäre Katarakt: 56 Augen (37 Patienten)		
Anzahl der betroffenen Augen	Anzahl der betroffenen Patienten	Diagnose
7	4	Juvenile Katarakt
4	2	Sphärophakie
2	1	Aniridie + Cataracta subcapsularis
43	30	Congenitale Katarakt
Sekundäre Katarakt 24 Augen (22 Patienten)		
Anzahl der Augen	Anzahl der Patienten	Diagnose
12	12	perforierende Augenverletzung
6	6	Contusio bulbi
2	2	chronisch rezidivierende Uveitis anterior
4	2	Linsensubluxation bei Marfansyndrom

In der Gruppe der sekundären Katarakte wurden 24 Augen von 22 Patienten erfasst, bei 12 Augen (12 Patienten) war eine perforierende Linsenverletzung, bei 6 Augen (6 Patienten) eine Contusio bulbi, bei 2 Augen (2 Patienten) eine chronisch rezidivierende Uveitis anterior und bei 4 Augen (2 Patienten) eine Linsensubluxation bei Marfansyndrom die Ursache für eine sekundäre Katarakt (Tabelle 5).

4.6 Ein- oder Beidseitigkeit der Katarakt

Bei 19 Patienten lag eine beidseitige primäre Katarakt und bei 18 Patienten eine einseitige primäre Katarakt vor. In der Gruppe der sekundären Katarakte waren 20 Augen von 20 Patienten einseitig von der Katarakt betroffen und 4 Augen von 2 Patienten waren beidseitig betroffen. Insgesamt hatten 38 Patienten eine einseitige und 21 Patienten eine beidseitige IOL-Implantation (Tabelle 6).

Tabelle 6: Ein- oder Beidseitigkeit der Katarakte

Anzahl der betroffenen Augen	Anzahl der betroffenen Patienten	Diagnose
18	18	einseitige primäre Katarakt
38	19	beidseitige primäre Katarakt
20	20	einseitige sekundäre Katarakt (erworben)
4	2	beidseitige sekundäre Katarakt

4.7 Alter der Patienten

Die Patienten waren zum Zeitpunkt der IOL-Implantation zwischen 14 Monaten und 12 Jahren alt. Die Altersverteilung ist in der Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Altersverteilung der Patienten mit primärer und sekundärer Katarakt zum Zeitpunkt der IOL-Implantation.

Katarakt	Alter			Summe
	bis 3 Jahre	4 bis 6 Jahre	7 bis 12 Jahre	
Primär	13 (35,1 %)	15 (40,5 %)	9 (24,3 %)	37
Sekundär	2 (9,1 %)	12 (54,5 %)	8 (36,4 %)	22
Summe	15	27	17	59

Das Alter der Patienten zum Lensektomiezeitpunkt lag in der Gruppe der beidseitigen primären Katarakt zwischen 1 Monat und 12 Jahre, das mittlere Alter betrug 4,18 Jahre. Das entsprechende Alter der Patienten lag in der Gruppe der einseitigen primären Katarakt zwischen 2 Monate und 8 Jahre, das mittlere Alter betrug 4,31Jahre.

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der IOL-Implantation in der Gruppe der beidseitigen primären Katarakt lag zwischen 1 Jahr und 12 Jahre, das mittlere Alter betrug 4,21 Jahre. Das

Alter der Patienten zum Zeitpunkt der IOL-Implantation in der Gruppe der einseitigen primären Katarakt lag zwischen 11 Monate und 8 Jahre, das mittlere Alter betrug 5 Jahre.

In der Gruppe der sekundären Katarakt lag das Alter der Patienten bei der Lensektomie und IOL-Implantation zwischen 4 und 9 Jahre, das mittlere Alter betrug 5,72 Jahre (Tabelle 8).

Tabelle 8: Berechnetes mittleres Lebensalter verschiedener Untergruppen der untersuchten Stichprobe.

Lensektomiezeitpunkt:	Mittleres Lebensalter
Beidseitige primäre Katarakt	4,18 Jahre
Einseitige primäre Katarakt	4,31 Jahre
IOL-Implantationszeitpunkt:	
Beidseitige primäre Katarakt	4,21 Jahre
Einseitige primäre Katarakt	5,00 Jahre
Lensektomie- und IOL-Implantationszeitpunkt:	
Sekundäre Katarakt	5,72 Jahre

4.8 Präoperative Befunde

4.8.1 Ophthalmologische Befunde

Als präoperative ophthalmologische Merkmale wurden der vordere Augenabschnitt, Fundusbefund, Visus und die Tensio erfasst.

In der Gruppe der beidseitigen primären Katarakte gab es 10 Augen (5 Patienten) mit hinterer Schalentrübung, 20 Augen (10 Patienten) mit einer Kerntrübung, 4 Augen (2 Patienten) mit einer Sphärophakie und 4 Augen mit vorderem Polstar.

In der Gruppe der einseitigen primären Katarakte gab es 13 Augen mit hinterer Schalentrübung sowie 5 Augen mit Kernkatarakt. (Tabelle 9).

Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung präoperativer Befunde in der untersuchten Gruppe

Diagnose	Anzahl der betroffenen Augen
Vorderer Polstar	4
Kerntrübung	25
Hintere Schalen­trübung	23
Sphärophakie	4
Congenitale Aniridie mit Cataracta subcapsularis	2

Der präoperative Spaltlampenbefund in der Gruppe der erworbenen Katarakt mit einer Perforation als Ursache war folgender:

4 Augen hatten eine perforierende Hornhaut-Iris-Linsenverletzung und eine Linsentrübung zum Zeitpunkt der Untersuchung, 7 Augen hatten eine perforierende Hornhaut-Linsenverletzung mit beginnender Linsentrübung zum Zeitpunkt der Untersuchung, bei 2 Augen hatten wir keinen präoperativen Befund bei Primärversorgung, da diese außerhalb unseres Hauses stattgefunden hatte. Bei 6 Augen zeigte sich eine Contusionsrosette der Linse in einem Zeitraum von 1-7 Monaten nach Contusio bulbi. Bei 2 Augen wurde ein Vossius-Ring beobachtet. Bei 2 Augen wurden hintere Synechien und ein vorderer Polstar beobachtet. Bei 4 Augen wurde eine Linsensubluxation nach superotemporal beobachtet (Tabelle 10).

Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung präoperativer Spaltlampenbefunde bei sekundären Katarakten in der untersuchten Stichprobe

Diagnose	Anzahl der betroffenen Augen
perforierende Hornhaut-Iris-Linsenverletzung	4
perforierende Hornhaut-Linsenverletzung	4
kein präoperativer Befund bekannt	2
Contusionsrosette nach Contusio bulbi	6
Vossius-Ring	2
hintere Synechierung und vorderer Polstar	2
Linsensubluxation	4

Bei den präoperativen Fundusbefunden in der Gruppe der primären Katarakt gab es keine pathologischen Befunde.

Zur Beschreibung der Papillenexkavation verwendeten wir die Cup-/ Disc Ratio (CD) (Tabelle 11).

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung von Cup-Disc Ratios der Papille bei primären Katarakten in der untersuchten Stichprobe

Diagnose	Anzahl der betroffenen Augen
CD \leq 0,3	50
CD zwischen 0,3 und 0,6	6
Keine Angaben	4

Der physiologische Makulareflex war in der Gruppe der primären Katarakt bei 26 Augen deutlich zu sehen, bei 26 Augen wegen reduziertem Einblick kein eindeutiger physiologischer Reflex der Makula zu sehen, und bei 4 Augen war der Fundusbefund grob unauffällig.

Der präoperative Netzhautbefund in der Gruppe der erworbenen Katarakt war folgendermaßen:

Bei 4 Augen konnte die Netzhaut durch eine indirekte Ophthalmoskopie nicht untersucht werden, deshalb wurde mit Hilfe einer Ultraschalluntersuchung die anliegende Netzhaut präoperativ festgehalten. Bei 6 Augen ergab die indirekte Ophthalmoskopie einen Rotlichtreflex in allen 4 Quadranten ohne erkennbare Einzelheiten. Bei 12 Augen konnte durch eine indirekte Ophthalmoskopie eine normale Papille, Makula und Netzhautbefund festgestellt werden. Bei 2 Augen hatten wir keinen Netzhautbefund, weil die primäre Versorgung außerhalb unseres Hause stattgefunden hat.

In der Gruppe der primären Katarakt (ein- oder beidseitig) gab es bei 6 Augen keine präoperative Tensiomessung. Bei 48 Augen lag die Tensio zwischen 10 und 16 mm Hg und bei 2 Augen lag die Tensio bei 25mm Hg.

In der Gruppe der erworbenen Katarakt war die Tensio folgendermaßen:

Bei 12 Augen Tensio applanatorisch nicht messbar, es zeigte sich ein Bulbus molle wegen der perforierenden Verletzung. Bei 12 Augen lag die Tensio zwischen 10 und 20 mm Hg (Tabelle 12).

Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse präoperativer Tensiomessungen in der untersuchten Stichprobe

Tensio-Kategorie	Anzahl der betroffenen Augen
keine Messung	6
zwischen 10 und 20 mm Hg	60
25 mm Hg	2
Bulbus molle bei perforierender Verletzung	12

4.8.2 Strabologische Befunde

Alle Patienten wurden präoperativ pleoptisch-orthoptisch untersucht. Bei 14 von ihnen wurden strabologisch auffällige Befunde erhoben:

In der Gruppe der beidseitigen primären Katarakte gab es einen Patienten mit Strabismus convergens rechts und links, einen Patienten mit Nystagmus rechts und links und einen Patienten mit Verdacht auf Amblyopie auf dem betreffenden Auge vor der Operation.

In der Gruppe der einseitigen primären Katarakte gab es sechs Patienten mit Verdacht auf Amblyopie vor der Operation, vier Patienten mit Strabismus convergens und einen Patienten mit Strabismus divergens.

Bei den Spätuntersuchungen (2. postoperativer Befund) wurden Cover-Tests für die Ferne und Nähe, Stellung und Binokularität mittels Titmus-Test untersucht.

In der Gruppe der beidseitigen primären Katarakt konnte bei 4 Patienten kein Sehschulbefund erhoben werden, bei 11 Patienten ergab der Cover-Test in Ferne und Nähe keine Einstellbewegung und es wurde ein positiver Titmus-Test erhoben. 3 Patienten hatten einen Strabismus

convergens links und einen negativen Titmus-Test, 1 Patient hatte einen Strabismus divergens rechts und einen negativen Titmus-Test.

In der Gruppe der einseitigen primären Katarakt wurde bei 5 Patienten eine Amblyopie auf dem betroffenen Auge mit einem negativen Titmus-Test erhoben, 3 Patienten hatten einen Strabismus convergens rechts mit negativem Titmus-Test, 1 Patient hatte einen Strabismus convergens links mit negativem Titmus-Test, 1 Patient hatte einen Strabismus divergens rechts mit negativem Titmus-Test, bei 7 Patienten gab es keine Einstellbewegung für den Cover-Test in Ferne und Nähe und es wurde auch ein positiver Titmus-Test erhoben.

4.9 Auswertung der Visusergebnisse

Die Auswertung der postoperativ erzielten Visusergebnisse wurde für alle Augen gemeinsam sowie in jeder Gruppe (beidseitige primäre Katarakt, einseitige primäre Katarakt, einseitig sekundäre Katarakt) getrennt vorgenommen. Zunächst erfolgte eine deskriptive Darstellung der Visusmessungen, anschließend wurden Vergleiche der Resultate der präoperativen Befunde mit den Spätresultaten durchgeführt. Diese entsprechen den jeweils letzten vorliegenden Befunden. Der Zeitpunkt dieser Befunderhebung liegt zwischen einem halben Jahr und neun Jahren nach der IOL-Implantation. Als Sehschärfe wurde der Visus mit optimaler Korrektur definiert.

4.9.1 Fernvisus

Der Fernvisus wurde zu drei Zeitpunkten erhoben: präoperativ, nach IOL-Implantation sowie bei der Nachuntersuchung. Die Tabelle 13 zeigt die deskriptiven Kenngrößen für alle untersuchten Augen gemeinsam sowie in den vier Untergruppen. Dabei ist zu beachten, dass nicht

von jedem Patienten zu allen drei Zeitpunkten Messwerte vorlagen, so dass die Anzahl der Fälle zu den drei Zeitpunkten insgesamt sowie in den Gruppen unterschiedlich ist.

Präoperativ war in allen Gruppen ein mittlerer Visus zwischen 0,10 und 0,35 gemessen worden, wobei Dieser stieg in allen Gruppen nach der IOL-Implantation an auf Mittelwerte zwischen 0,19 und 0,50 und dann weiter bei der Nachuntersuchung auf im Mittel 0,35 bis 0,57.

Tabelle 13: Deskriptive Kenngrößen des Fernvisus für alle untersuchten Augen sowie nach Gruppen getrennt zu den drei Zeitpunkten präoperativ, nach IOL-Implantation, bei Nachuntersuchung

Gruppe	Fernvisus Mittelwert \pm Standardabweichung (Anzahl der Augen in Klammern)		
	präoperativ	nach IOL- Implantation	Nachuntersu- chung
Alle	0,26 \pm 0,20 (52)	0,38 \pm 0,25 (63)	0,50 \pm 0,30 (79)
Katarakt einseitig primär	0,15 \pm 0,12 (16)	0,19 \pm 0,11 (14)	0,35 \pm 0,25 (18)
Katarakt beidseitig primär	0,35 \pm 0,22 (24)	0,50 \pm 0,27 (28)	0,53 \pm 0,33 (38)
Katarakt einseitig sekundär	0,23 \pm 0,18 (10)	0,33 \pm 0,17 (18)	0,56 \pm 0,22 (20)
Katarakt beidseitig sekundär	0,10 \pm 0,0 (2)	0,43 \pm 0,35 (3)	0,57 \pm 0,40 (3)

Die Abbildung 1 zeigt die zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für die Gesamtgruppe aller Augen. Der Anteil der Augen mit einem Visus von 0,7 und mehr stieg danach von 0 % präoperativ auf 27,8 % zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, wobei bereits 15,9 % der Augen einen Visus von mindestens 0,7 nach der IOL-Implantation zeigten. Entsprechend nahm der Anteil der Augen mit einem Visus von maximal 0,1 von 40,4 % präoperativ auf Werte unter 25 % nach der IOL-Implantation und bei der Nachuntersuchung ab.

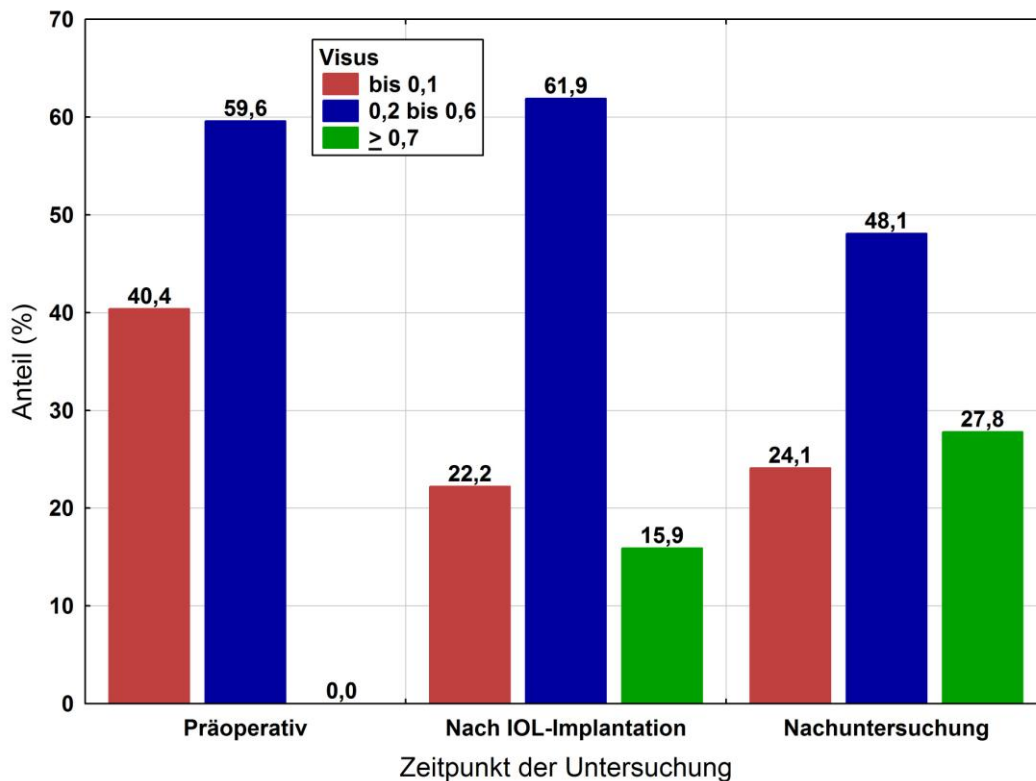


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für alle untersuchten Augen (n=52 bis 79).

Die folgenden Abbildungen zeigen die entsprechenden der zeitlichen Entwicklung des Visus in der Gruppen der beidseitig-primären Katarakte (Abbildung 2), einseitig-primären Katarakte (Abbildung 3) und einseitig-sekundären Katarakte (Abbildung 4). Auf die Darstellung der beidseitig-sekundären Katarakte wurde aufgrund der geringen Fallzahl (n=2 bis 3) hier verzichtet.

Die zeitliche Entwicklung in der Gruppe der beidseitig-primären Katarakte deutet auf eine erhebliche Besserung der Sehschärfe im Therapieverlauf hin. So stieg der Anteil der Augen mit einem Visus von mindestens 0,7 von 0 % präoperativ über 32,1 % nach der IOL-Implantation auf 42,1 % bei der letzten Nachuntersuchung. Die Anteile der Augen mit Visusresultaten bis 0,1 bzw. zwischen 0,2 und 0,6 sank entsprechend.

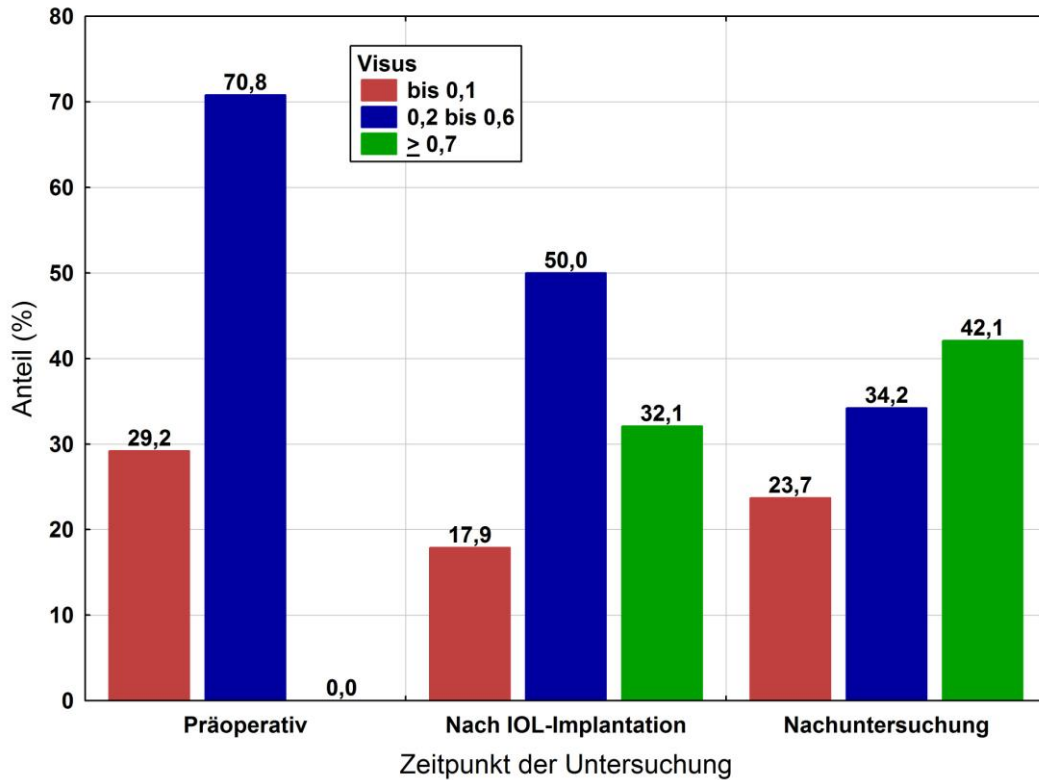


Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für die beidseitig primären Katarakte (n=24 bis 38).

Für die einseitig-primären Katarakte war dagegen eine deutliche Besserung im zeitlichen Verlauf kaum zu erkennen (Abbildung 3). Bei diesen Fällen wurde zu keinem Zeitpunkt ein Visus von mindestens 0,7 erreicht, der Anteil der Augen mit einem Visus von höchstens 0,1 veränderte sich zwischen der präoperativen Untersuchung und der letzten Nachuntersuchung kaum (43,8 vs. 44,4 %).

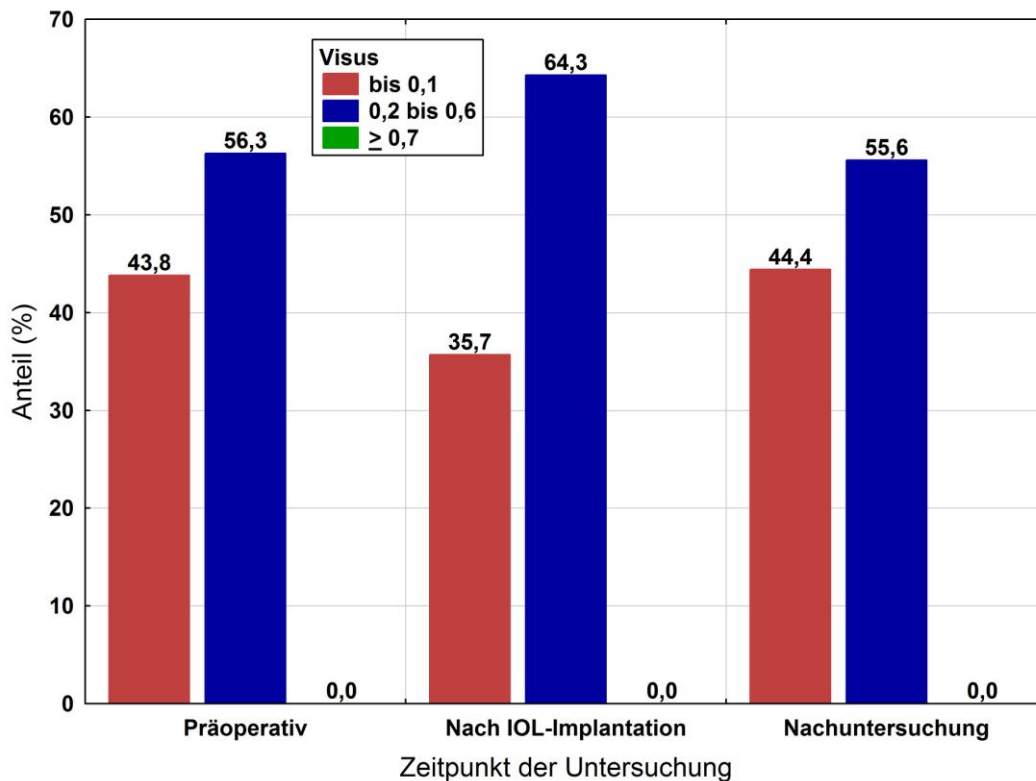


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für die einseitig primären Katarakte (n=14 bis 18).

Demgegenüber war für die einseitig-sekundären Katarakte wiederum eine Besserung im Verlauf festzustellen (Abbildung 4). Bei ihnen sank der Anteil der Augen mit erheblich verminderter Sehschärfe (Visus bis 0,1) von 50,0 % präoperativ auf 5,0 % bei der letzten Nachuntersuchung. Allerdings war in dieser Gruppe der Anteil der Augen mit einem Visus von mindestens 0,7 auch bei der Nachuntersuchung mit 20,0 % vergleichsweise niedrig.

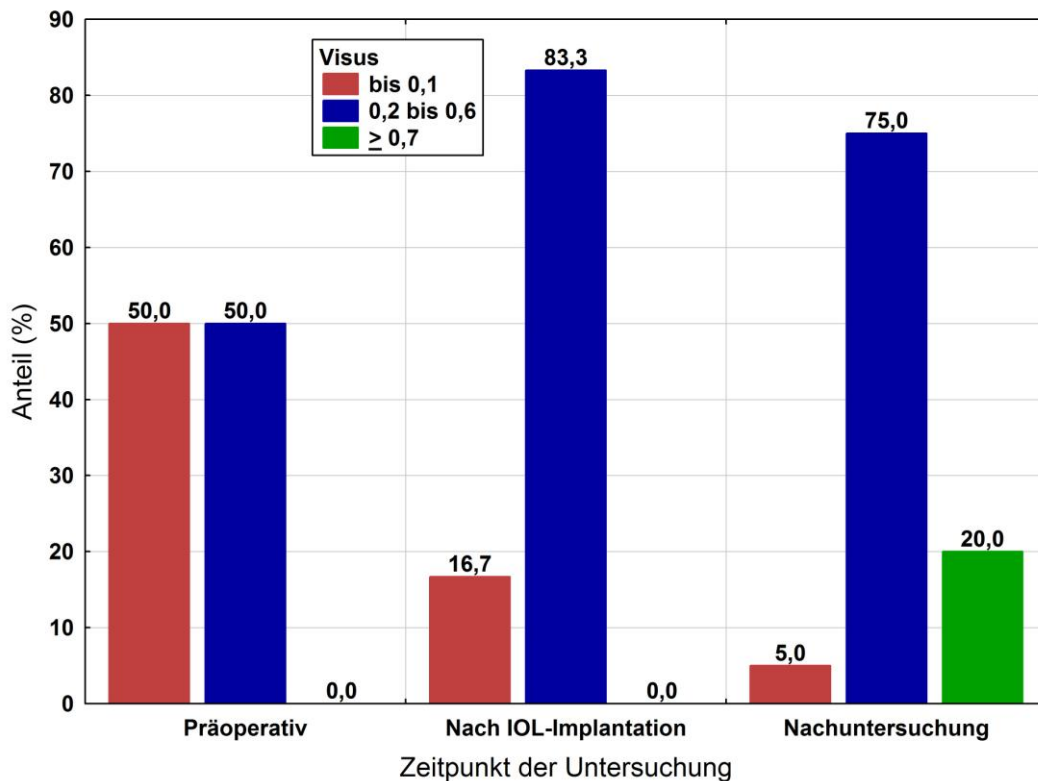


Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für die einseitig sekundären Katarakte (n=10 bis 20).

Der Vergleich der beiden Zeitpunkte präoperativ und bei Nachuntersuchung erfolgte mittels Wilcoxon-Test für Paardifferenzen. Für diesen Vergleich konnten jeweils nur diejenigen Fälle herangezogen werden, die zu beiden Zeitpunkten Messwerte aufwiesen. Tabelle 14 zeigt die Ergebnisse der Vergleiche. Sowohl in der Gesamtgruppe aller 52 Augen als auch in den einzelnen Untergruppen war ein deutlicher Anstieg des Fernvisus zwischen den beiden Zeitpunkten präoperativ und bei letzter Nachuntersuchung gegeben, der bis auf die sehr schwach besetzte Gruppe der beidseitig-sekundären Katarakte (2 Augen) jeweils statistisch signifikant war (p-Wert kleiner als 0,05).

Tabelle 14: Vergleich der Zeitpunkte präoperativ und Nachuntersuchung hinsichtlich des Fernvisus. Angegeben sind für Fälle mit Messwerten zu beiden Zeitpunkten der Mittelwert sowie die Standardabweichung. Die letzte Spalte enthält den p-Wert des Wilcoxon-Tests.

Gruppe	Anzahl	Fernvisus präoperativ (MW ± SD)	Fernvisus bei Nachuntersuchung (MW ± SD)	p-Wert Wilcoxon-Test für Paardifferenzen
Alle	52	0,26 ± 0,40	0,57 ± 0,80	< 0,0001
Katarakt einseitig primär	16	0,16 ± 0,20	0,38 ± 0,60	0,0009
Katarakt beidseitig primär	24	0,35 ± 0,60	0,66 ± 0,80	< 0,0001
Katarakt einseitig sekundär	10	0,23 ± 0,40	0,62 ± 0,80	0,013
Katarakt beidseitig sekundär	2	0,10 ± 0,10	0,80 ± 0,80	0,18

4.9.2 Nahvisus

Ein Nahvisus wurde für 76 der 80 untersuchten Augen zum Zeitpunkt nach der IOL-Implantation erhoben. Er lag zwischen 0,1 und 1,0 und betrug im Mittel $0,50 \pm 0,32$. Insgesamt wiesen 18 von 76 Augen (23,7 %) einen Visus bis 0,1, 30 weitere Augen (39,5 %) einen Visus zwischen 0,2 und 0,6 und 28 Augen (36,8 %) einen Visus über 0,7 auf (Tabelle 15).

Auffällig war der vergleichsweise niedrige Anteil der Augen mit sehr geringem Sehvermögen (Nahvisus bis 0,1) in der Gruppe der einseitig-sekundären Katarakte (5,3 % gegenüber 25 bis 33 % in den anderen Gruppen). Entsprechend war der Anteil der Augen mit mittlerer Sehstärke (Visus 0,2 bis 0,6) in dieser Gruppe mit 63,2 % höher als in den drei anderen Gruppen.

Tabelle 15: Anteil der Nahvisus-Kategorien für alle untersuchten Augen sowie nach Gruppen getrennt für den Zeitpunkt nach IOL-Implantation.

Anteil in %	Gruppe	Anzahl	Nahvisus (Anzahl der Augen in Klammern)		
			bis 0,1	0,2 bis 0,6	≥ 0,7
	Alle	76	23,7 %	39,5 %	36,8 %
	Katarakt einseitig primär	15	33,3 %	26,7 %	40,0 %
	Katarakt beidseitig primär	38	28,9 %	34,2 %	36,8 %
	Katarakt einseitig sekundär	19	5,3 %	63,2 %	31,6 %
	Katarakt beidseitig sekundär	4	25,0 %	25,0 %	50,0 %

4.10 Refraktion

Auch die Refraktion der operierten Augen wurde präoperativ, nach IOL-Implantation sowie bei der Nachuntersuchung bestimmt. Die Ergebnisse der Messungen für die Gesamtgruppe sind in der Tabelle 16 aufgeführt. Insgesamt ist eine mit der Zeit deutliche Tendenz zu einer Konzentration der Refraktionswerte im Bereich der Emmetropie (Refraktion 0) festzustellen. Während präoperativ in die an 0 angrenzenden Kategorien („unter 0 bis -3 Dioptrien“ sowie „unter 3 bis 0 Dioptrien“) 51,6 % der Augen (16 von 31) fielen, betrug dieser Anteil nach IOL-Implantation bereits 69,6 % (39 von 56) und bei der Nachuntersuchung 77,5 % (62 von 80). Entsprechend waren die weiter von 0 entfernten Kategorien schwächer besetzt als bei der Messung vor IOL-Implantation.

Tabelle 16: Deskriptive Kenngrößen der Refraktion für alle untersuchten Augen zu den drei Zeitpunkten präoperativ, nach IOL-Implantation, bei Nachuntersuchung

Kategorie	Refraktion Anzahl und Anteil in %		
	präoperativ	nach IOL- Implantation	Nachuntersu- chung
> -6 Dioptrien	7 (22,6 %)	2 (3,6 %)	3 (3,8 %)
-3 bis -6 Dioptrien	1 (3,2 %)	4 (7,1 %)	11 (13,8 %)
0 bis -3 Dioptrien	11 (35,5 %)	19 (33,9 %)	38 (47,5 %)
+3 bis 0 Dioptrien	5 (16,1 %)	20 (35,7 %)	24 (30,0 %)
+6 bis +3 Dioptrien	3 (9,7 %)	10 (17,9 %)	4 (5,0 %)
> +6 Dioptrien	4 (12,9 %)	1 (1,8 %)	0
Summe	31	56	80

Die Tendenz hin zu einer emmetropen Entwicklung der Augen ist in Abbildung 5 für die Augen mit beidseitiger primärer Katarakt deutlich zu erkennen. Insbesondere für die Augen, bei denen präoperativ eine starke Kurzsichtigkeit vorlag (Refraktionswerte unter -6 dpt), ergaben

sich bei der Nachuntersuchung teilweise Refraktionswerte, die im Bereich der Normalsichtigkeit lagen (linker Bereich in Abbildung 5).

Abbildung 6 enthält die entsprechenden Wertepaare für Augen mit einseitig primärer Katarakt. Hier waren die Unterschiede zwischen den präoperativen Refraktionswerten und den Status bei Nachuntersuchung insgesamt weniger deutlich als bei den beidseitigen Katarakten.

Eine entsprechende Darstellung der Fälle mit sekundärer Katarakt ist wegen der geringen Fallzahl (n=3 mit Messwerten zu beiden Zeitpunkten) nicht sinnvoll möglich.

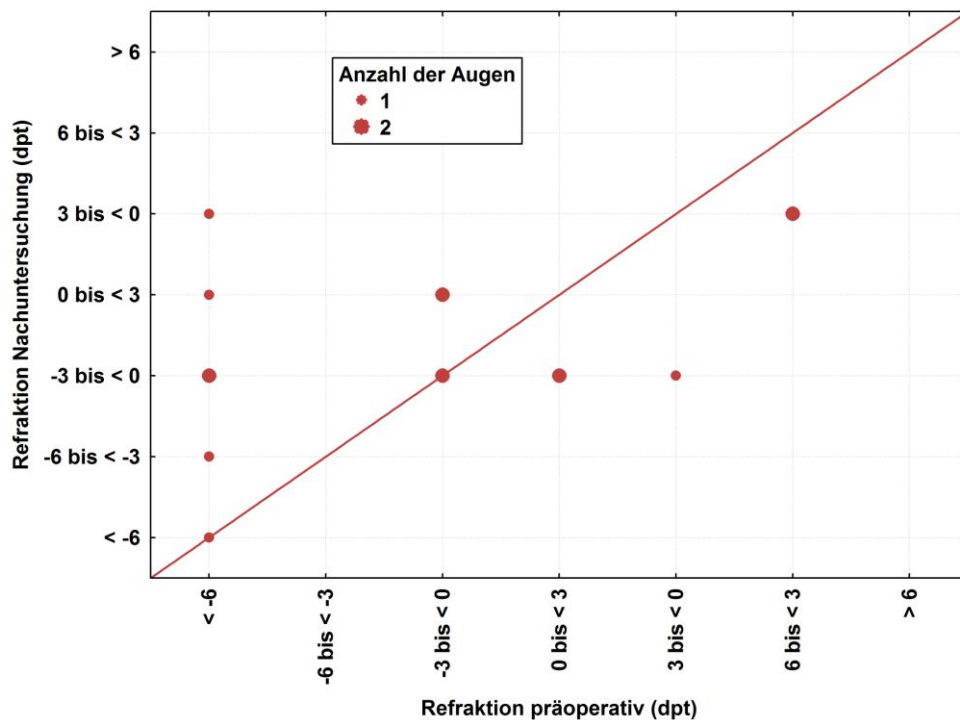


Abbildung 5: Entwicklung der Refraktion in der Gruppe mit beidseitiger primärer Katarakt. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie fallen die Augen zu beiden Zeitpunkten in die gleiche Kategorie.

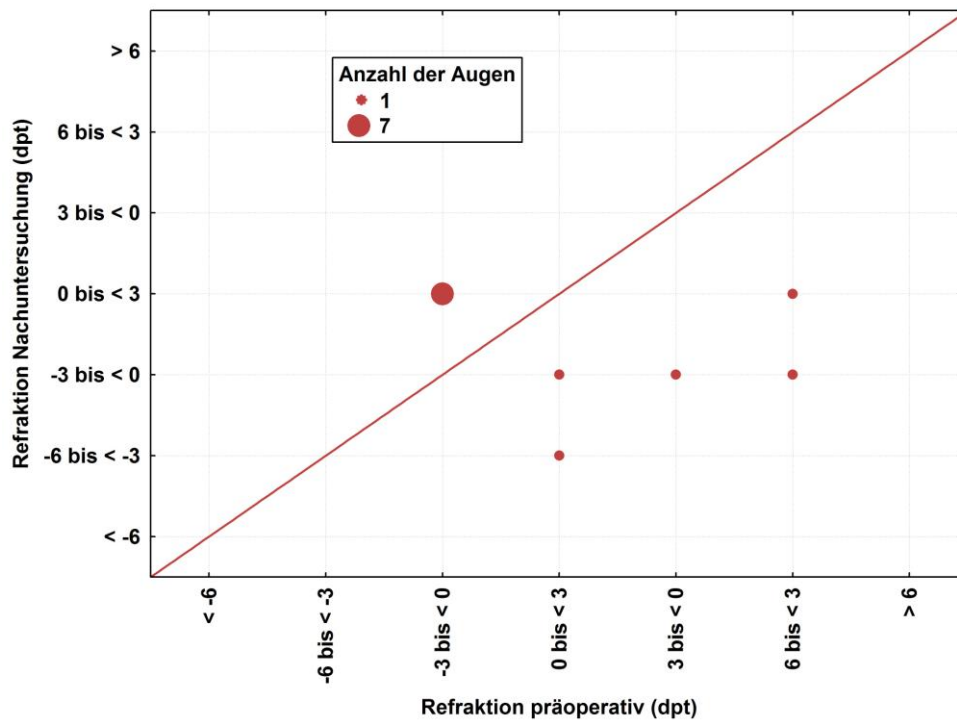


Abbildung 6: Entwicklung der Refraktion in der Gruppe mit einseitiger primärer Katarakt. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie fallen die Augen zu beiden Zeitpunkten in die gleiche Kategorie.

4.11 Bulbuslänge

Die Bulbuslänge prä- und postoperativ ist in den beiden folgenden Abbildungen für die Gruppe der einseitigen (Abbildung 7) und beidseitigen (Abbildung 8) Katarakte dargestellt. In fast allen Fällen waren postoperativ höhere Werte zu verzeichnen als vor der Operation, wobei die Unterschiede teilweise nur 1 mm betragen, teilweise aber auch deutlich größer waren.

Bei den einseitigen Katarakten lagen die postoperativen Werte in allen Fällen über denen der präoperativen Messungen (alle Punkte in Abbildung 7 oberhalb der durchgezogenen Linie). Die mittlere Bulbuslänge der 18 Augen mit Messwerten zu beiden Zeitpunkten stieg von $21,5 \pm 1,6$ auf $22,4 \pm 1,5$ mm. Dieser Anstieg war mit $p = 0,0002$ statistisch signifikant (Wilcoxon-Test für Paardifferenzen).

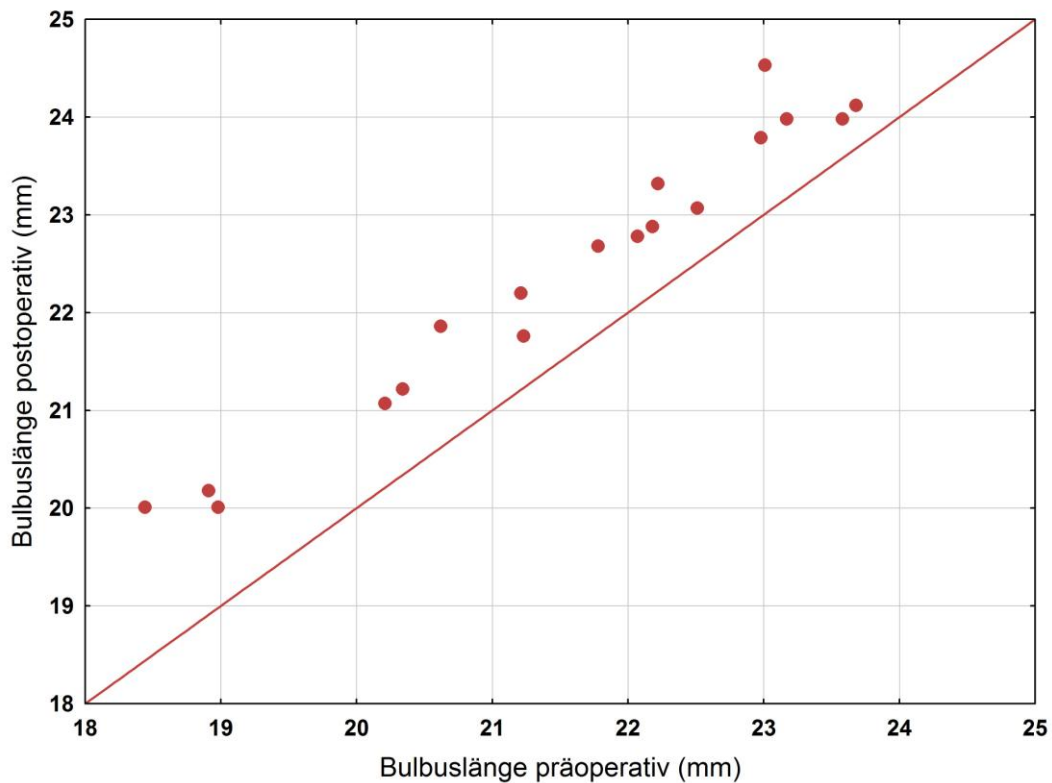


Abbildung 7: Bulbuslänge bei einseitiger Katarakt prä- und postoperativ. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie waren die Bulbuslängen zu beiden Zeitpunkten gleich.

Bei den zweiseitigen Katarakten warn dagegen vereinzelt auch negative Differenzen der Bulbuslängen zwischen den beiden Zeitpunkten zu verzeichnen (Abbildung 8). Trotzdem war auch hier im Mittel eine Steigerung der Bulbuslänge von $21,4 \pm 1,9$ auf $22,6 \pm 1,7$ mm festzustellen. Auch diese Differenz war statistisch signifikant ($p = 0,002$; Wilcoxon-Test für Paardifferenzen).

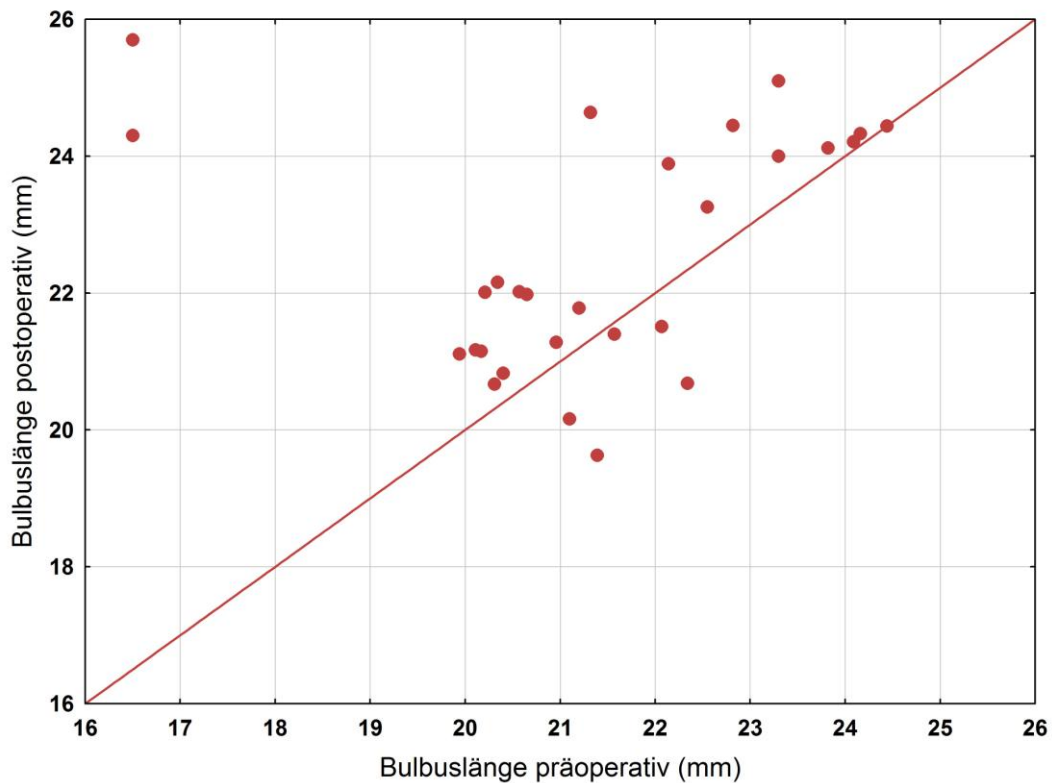


Abbildung 8: Bulbuslänge bei beidseitiger Katarakt prä- und postoperativ. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie waren die Bulbuslängen zu beiden Zeitpunkten gleich.

Ein Vergleich der Bulbuslängen präoperativ und bei der Nachuntersuchung in Abhängigkeit von einer weiteren Aufgliederung nach der Art der Katarakt (einseitig / beidseitig bzw. primär / sekundär) ist in Tabelle 17 enthalten. Sowohl in der Gesamtgruppe als auch in allen Subgruppen war die mittlere Bulbuslänge bei der Nachuntersuchung zwischen 0,9 und 1,3 mm größer als präoperativ. Die Ergebnisse waren für primäre einseitige und primäre beidseitige Katarakte sehr ähnlich.

Die Fallzahlen der sekundären Katarakte waren mit $n=2$ sehr niedrig und erlaubten keine definitive Aussage über einen Einfluss von Ein- oder Beidseitigkeit auf die Veränderung der Bulbuslänge.

Tabelle 17: Vergleich der Zeitpunkte präoperativ und Nachuntersuchung hinsichtlich der Bulbuslänge. Angegeben sind für Fälle mit Messwerten zu beiden Zeitpunkten der Mittelwert sowie die Standardabweichung. Die letzte Spalte enthält den p-Wert des Wilcoxon-Tests.

Gruppe	Anzahl	Bulbuslänge präoperativ (MW ± SD)	Bulbuslänge bei Nachuntersuchung (MW ± SD)	p-Wert Wilcoxon-Test für Paardifferenzen
Alle	46	21,4 ± 1,8	22,6 ± 1,6	< 0,0001
Katarakt einseitig primär	25	21,3 ± 2,0	22,5 ± 1,8	0,0005
Katarakt beidseitig primär	18	21,5 ± 1,6	22,4 ± 1,5	0,0002
Katarakt einseitig sekundär	2	22,3 ± 0,3	23,6 ± 0,3	0,18
Katarakt beidseitig sekundär	0			

4.12 Intraokulare Linsen

Bei den insgesamt 80 Augen der hier untersuchten Stichprobe wurden Vorderkammerlinsen, Hinterkammerlinsen und Aniridielinsen implantiert.

Insgesamt wurden 8 Vorderkammerlinsen (4x bei Marfan-Syndrom und 2x bei congenitaler Sphärophakie) implantiert. Zweimal wurde eine Aniridielinse bei congenitaler Aniridie und congenitaler Katarakt implantiert.

Bei 46 Augen wurde eine kapselfixierte Hinterkammerlinse und bei 34 Augen eine sulcusfixierte Hinterkammerlinse implantiert.

4.13 Intraoperative und postoperative Komplikationen

Mit Hilfe der Operationsberichte ließen sich Komplikationen während der Operation erfassen.

4.13.1 Primäre Katarakt

In der Gruppe der primären Katarakte kam es bei 3 Augen zu einem schwierigen Einsetzen der Hinterkammerlinse und Hineinluxieren der Haptik in die Vorderkammer wegen der Abflachung der Vorderkammer während der Operation. In allen 3 Fällen wurde die Vorderkammer mit Healon GV gestellt und mit Hilfe von zwei Instrumenten die Haptik erneut in den Kapselsack implantiert. Bei 6 Augen kam es zu einem Glaskörperprolaps, der durch eine vordere Vitrektomie abgetragen wurde. Postoperativ kam es bei dieser Gruppe bei 7 Augen zu einer Tensioerhöhung, die unter Gabe lokaler Antiglaukomatosa sich bis zum Entlassungstag normalisierten. Bei 3 Augen trat postoperativ eine Fibrinbildung in der Pupillarebene auf, die unter der Gabe von lokalen, steroidalen Antiphlogistika innerhalb von 4-7 Tagen unter Kontrolle war.

4.13.2 Erworbene Katarakt

Bei den Augen, die ein Marfansyndrom oder eine Contusio bulbi als Ursache der Operation aufwiesen, war der präoperative und postoperative Verlauf komplikationslos. Bei einem Auge, bei dem eine chronisch rezidivierende Uveitis anterior als Ursache für die Operation zu Grunde lag, kam es postoperativ zu erhöhten Tensiowerten bis 30 mm Hg, die sich unter Gabe von lokalen und systemischen Antiglaukomatosa normalisierten.

Bei den Augen, bei denen eine perforierende Verletzung zu Grunde lag, gab es in 2 Fällen eine starke Irisblutung während der Operation, die mit Luftinstillation zum Stehen gebracht wurde. Bei 2 Augen kam es zu einer schwierigen Bulbustonisierung während der Operation aufgrund der Leckage der Zugänge, die zusätzliche Nähte erforderlich machte.

5 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden Daten von Intraokularlinsenimplantationen an 80 Augen von 59 Kindern ausgewertet. Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Lensektomie zwischen 1 Monat und 12 Jahre alt, zum Zeitpunkt der IOL-Implantation lag das mittlere Alter zwischen einem und 12 Jahren. Bei 38 Patienten lag eine einseitige, bei 21 Patienten eine beidseitige Katarakt vor. Die Katarakte wurden in 56 Fällen als primäre und in 24 Fällen als sekundäre Katarakte klassifiziert. Die wichtigsten Ergebnisse der Studie waren:

- Bei 62 Augen waren präoperativ intraokulare Druckmessungen dokumentiert. Für 60 dieser 62 Fälle lag der Druck zwischen 10 und 20 mm Hg, für zwei Augen bei 25 mm Hg.
- Der Fernvisus wurde prä- und postoperativ sowie bei der letzten Nachuntersuchung dokumentiert. In keinem Fall konnte präoperativ ein Visus von mindestens 0,7 ermittelt werden. Bei der letzten Nachuntersuchung lag deren Anteil dagegen zwischen 0 % (einseitig primäre Katarakt) und 42,9 % (beidseitig primäre Katarakt).
- Für den Nahvisus waren nur Werte für den Zeitpunkt der Entlassung aus dem Krankenhaus dokumentiert. Hier betrug der Anteil der Fälle mit Werten von mindestens 0,7 je nach Diagnose zwischen 33,3 % (beidseitig primäre Katarakt) und 43,5 % (sekundäre Katarakt).
- Durch die Operation wurde der Anteil der Refraktionsbefunde mit starker Korrektur geringfügig gesenkt.
- Die Bulbuslängen aller untersuchten Augen waren postoperativ größer als präoperativ. Trotzdem nahm der Anteil der Augen mit Refraktionswerten von -3 Dioptrien und mehr in den Gruppen mit beidseitiger primärer und erworbener Katarakt ab, in der Gruppe mit einseitig primärer Katarakt dagegen leicht zu.
- Es waren peri- und postoperative Komplikationen dokumentiert, wobei der Anteil der komplikationslosen Verläufe bei den sekundären Katarakten (insbesondere aufgrund eines Marfan-Syndroms) höher war als bei primären Katarakten. Häufigste postoperative Komplikation war ein Anstieg des intraokularen Druckes, der in der Regel medikamentös beherrschbar war.

5.1 Diskussion der Methodik

In die vorliegende Studie gingen die Daten von 59 Patienten mit 80 operierten Augen ein. Die Zuverlässigkeit von statistischen Berechnungen aus Stichproben steigt mit der Stichprobengröße an (POSPECHILL, 2006; SACHS, 2004). Je größer eine Stichprobe deshalb ist, desto besser sind die Ergebnisse gesichert. Die Gewinnung einer größeren Stichprobe war allerdings nicht möglich, da bereits alle für die Auswertung geeigneten und zugänglichen Fälle in die Auswertung eingingen. Die Einbeziehung von Patienten aus anderen Krankenhäusern schied wegen organisatorischer Probleme und aufgrund der dann unterschiedlichen Voraussetzungen der Patienten im Hinblick auf Therapieentscheidung, Behandlungsablauf, behandelndem Arzt usw. aus, so dass die Auswertung auf die hier vorliegende Stichprobengröße beschränkt werden musste. Dies führt natürlich dazu, dass die Ergebnisse streng genommen nur unter den Voraussetzungen des eigenen Krankenhauses gelten und nicht zu verallgemeinern sind.

Die Studie wurde retrospektiv durchgeführt, die Daten waren also nicht zum Zweck der Beantwortung der in Kap. 2 aufgeführten Fragestellungen erhoben worden, sondern dienten à priori der Dokumentation der durchgeführten medizinischen Eingriffe. Die hier vorgenommene Auswertung der Daten musste sich somit auf solche Fragestellungen beschränken, die mit den vorhandenen Daten zu beantworten waren. Retrospektive Studien haben generell den Vorteil, dass keine Einbestellung der Patienten, keine Befragung oder zusätzliche Diagnostik erforderlich ist, so dass weder Kosten noch nennenswerter organisatorischer Aufwand entstehen, und die Daten zügig erhoben werden können (ACKERMANN, 2005). Ein Nachteil einer retrospektiven Auswertung liegt allerdings darin, dass Daten teilweise nicht vollständig in der gewünschten Genauigkeit vorhanden sind (DIEKMANN, 2008). Dies zeigte sich auch in dieser Studie, in der ebenfalls nicht für alle Parameter die Angaben zu allen untersuchten Augen vorlagen.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

Die Diskussion unserer Ergebnisse im Vergleich mit anderen Autoren wird dadurch erschwert, dass fast jede Veröffentlichung anderer Untersucher nur in Teilaspekten vergleichbar ist.

In den meisten Studien wurden die Ergebnisse nach congenitaler Kataraktoperation (ein- oder beidseitig) ohne IOL-Implantation untersucht. Unsere Studie befasst sich mit der IOL-Implantation nach einer Lensektomie bei congenitaler, juveniler oder sekundärer Katarakt. Zudem gibt es nur wenige Studien zur Entwicklung der Sehschärfe und / oder Bulbuslänge bei Kindern nach Lensektomie und IOL-Implantation.

Die Nachbeobachtungsdauer dieser Studie betrug bis 5 Jahre und mehr. Die meisten anderen Studien berichten über eine Nachbeobachtungszeit von weniger als einem Jahr (PEYMAN et al., 1981; WITSCHERL, 1982) oder mittlere Nachbeobachtungszeiten bis zu 3 Jahren (GROSSMAN und PEYMAN, 1988; KAMPIK et al., 1985; WITSCHERL, 1987).

Aus Tierexperimenten ist bekannt, dass durch eine in die sensible Phase fallende Deprivation eine Amblyopie entsteht (HUBEL und WIESEL, 1970; von NOORDEN et al., 1970). Dieser sensiblen Phase geht allerdings eine sogenannte latente Phase voraus, während der die vorübergehende Deprivation noch keinen Einfluss auf die normale Visusentwicklung nimmt (SCHRADER et al., 1994). Die latente Phase beträgt beim Menschen etwa 6-8 Wochen (ELSTON und TIMMS, 1992; HUBEL und WIESEL, 1970; von NOORDEN, 1980; von NOORDEN et al., 1970). Die erzielten Visusergebnisse sind nun ganz entscheidend davon abhängig, in wie weit eine solche Deprivationsamblyopie durch eine frühzeitige Operation verhindert, oder wenn bereits eingetreten, ausreichend behandelt werden könnte. Faktoren, die das Ergebnis beeinflussen, sind dabei vor allem die Einseitigkeit einer Katarakt, eine spät in die sensible Phase fallende Operation und eine nicht ausreichende orthoptische Nachbehandlung (BELLER et al., 1981; JAIN et al., 1983; LORENZ et al., 1992; SCHULZ et al., 1985). Ein kataraktoperiertes Auge bleibt funktionell immer einem gesunden Auge, beispielsweise wegen fehlender Akkommodationsfähigkeit, im binokularen Wettstreit unterlegen. Nach beidseitiger Kataraktoperation sind die Augen aber funktionell gleichwertig, so dass die Ergebnisse hier besser ausfallen als nach einseitiger Operation (SCHRADER et al., 1994). In unserem Krankengut beobachteten wir

die besten Sehschärfen in der Gruppe der beidseitigen, primären Katarakt, gefolgt von ein- oder beidseitiger sekundärer Katarakt. Der Anteil der Augen mit einem Visus von mindestens 0,7 bei der Nachuntersuchung lag in dieser Studie bei beidseitiger Katarakt bei 42,9 %, bei einseitiger Katarakt erreichte dagegen kein Auge diese Schwelle. Bei sekundärer Katarakt betrug dieser Anteil 28,6 %.

KOHNEN et al. (1993) untersuchten 111 zwischen 1982 bis 1992 implantierte Intraokularlinsen bei Kindern und Jugendlichen. Das Alter der Patienten lag zwischen 13 Monaten und 23 Jahren zum Operationszeitpunkt. Der Mittelwert betrug 13,6 Jahre. Die präoperativen Diagnosen unterteilten sie in 4 Gruppen: Cataracta congenita (37 Fälle), Cataracta traumatica (26 Fälle), Cataracta juvenilis (22 Fälle), Gruppe der aphaken Patienten (19 Fälle). Bei allen Patienten wurde eine PMMA-Hinterkammerlinse über einen limbalen Zugang intrakapsulär eingesetzt. Sie berichten, dass bei 45 Patienten ein präoperativer Visuswert festgestellt wurde. Er lag im Mittel bei 0,21. Bei 87 operierten Augen konnte eine postoperative Visusuntersuchung durchgeführt werden. Der Mittelwert für diese Gruppe lag bei 0,53. Bei 20,8% lag der Wert unter 0,2, bei 14,8% zwischen 0,2 und 0,4 und bei 64,5% über 0,4 postoperativ. Ihre Ergebnisse zeigen, dass die Gruppe der traumatischen Katarakte, die eine HKL implantiert bekommen haben, einen mittleren postoperativen Visus von 0,6 gezeigt haben. Die Gruppe der Aphaken, die eine sekundäre Implantation bekommen haben, zeigten einen postoperativen Visus von durchschnittlich 0,45. Die congenitalen Katarakte verbesserten sich im Mittel auf 0,32 postoperativ, wobei sich bei unilateralen Katarakten schlechtere Ergebnisse als bei bilateralen Katarakten zeigten. Auch unsere Untersuchungen zeigen ähnliche Ergebnisse.

Eine weitere Studie (BENEZRA, 1996) berichtete über Intraokularlinsenoperation bei 8 Augen von 8 Kindern, die eine einseitige congenitale Katarakt aufwiesen. Diese Kinder hatten ein Alter von mindestens 3 Monaten. Die Nachbeobachtungszeit lag zwischen 18 und 50 Monaten. Durch einen limbalen Zugang wurde die intraokulare Linse nach Absaugung oder Expression der Linse eingesetzt. Sofort nach der Operation wurde mit der Okklusion des gesunden Auges begonnen. Die Okklusionszeit betrug bei Patienten unter 6 Monaten 2 Wochen und bei Patienten zwischen 6 und 12 Monaten 3 Wochen und für die Patienten, die über 1 Jahr alt waren, für 4 bis 5 Wochen. Danach wurde das gesunde Auge 6 Stunden am Tag täglich okkludiert. Nach Erreichen der Orthophorie wurde die Okklusionszeit auf 3 Stunden täglich redu-

ziert. Über die postoperativen Visusergebnisse der 6 Kinder mit der längsten Nachbeobachtungszeit ist folgendermaßen berichtet worden. Bei 3 Kindern, die eine präoperative Sehschärfe mit E-Tafeln hatten, wurde postoperativ eine Sehschärfe von 20/100 in einem Fall und 20/40 in 2 Fällen berichtet. Die anderen drei Augen erreichten postoperativ eine Sehschärfe von 20/20.

Vasavada und Chauhan untersuchten 21 Augen von 13 Kindern, die zwischen 1988 und 1993 nach einer Kataraktoperation eine IOL-Implantation bekommen hatten (VASAVADA und CHAUHAN, 1994). Das Durchschnittsalter lag bei 4 Monaten. Von 21 Augen hatten 8 Kinder eine bilaterale, congenitale Katarakt und 5 Kinder eine einseitige, congenitale Katarakt. Wegen des Alters der Kinder konnte präoperativ keine objektive Visusbestimmung ermittelt werden. Allerdings zeigten 15 Augen eine gute Fixation und Orthophorie. Die objektive Visusbestimmung konnte postoperativ bei 7 Augen ermittelt werden. 5 Augen hatten eine bestkorrigierte Sehschärfe von 20/200 und 2 Augen von 20/80. Auch bei dieser Studie zeigte sich die beste Verbesserung in der Gruppe der beidseitigen Katarakt.

Ye et al. veröffentlichten 2007 die Ergebnisse einer Studie nach intraokularer Linsenoperation bei bilateraler congenitaler Katarakt (YE et al., 2007). Zwischen 1992 und 2000 wurden in Zhongshan Ophthalmique Center der Sunyatsen Universität 38 Kinder, die eine Kataraktextraktion bei bilateraler congenitaler Katarakt hinter sich hatten, eine sekundäre Intraokularlinse implantiert. Das mittlere Alter der Kataraktextraktion war 5,6 Monate und das mittlere Alter zum Zeitpunkt der sekundären IOL-Implantation war 4,2 Jahre. Der mittlere Wert des bestkorrigierten Visus präoperativ war 0,25 am besseren Auge und 0,16 am anderen Auge. Die mittlere Nachbeobachtungszeit war 107,6 Monate nach der sekundären IOL-Implantation. Alle Patienten bekamen eine sekundäre IOL-Implantation 2 Jahre nach Kataraktextraktion. Die IOL wurde durch einen limbalen Schnitt in den Sulcus implantiert. Es wurden 2 Arten von Intraokularlinsen implantiert. Vor 1997 PMMA-Linsen (722C, 811C, 822C Pharmacia Schweden), danach 3-teilige Acrylfaltlinsen (MA60BM, Alcon). Von 38 Patienten erhielten 22 Kinder zwischen 3 und 7,8 Jahren eine Amblyopiebehandlung. Die Dauer der Behandlung variierte von 1 Monat bis 57 Monate. In dieser Gruppe war der bestkorrigierte Visus zwischen 0,05 bis 0,4 deutlich höher als der vor der Behandlung (von 0,01 bis 0,3). Sie berichten in dieser Studien über eine Korrelation zwischen dem Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Kataraktextraktion und bestkorrigiertem Visus. Die Kinder, die zwischen 4 Wochen

und 4 Monate alt, die Kataraktoperation bekommen hatten, hatten die besten visuellen Ergebnisse.

In der Arbeit von Francis et al. wurden 284 Patienten nach der Operation einer isolierten, autosomal dominanten Katarakt untersucht. 47% erreichten einen Visus von 0,5 oder besser, 36% von 0,1-0,4, und 17% von unter 0,1 (FRANCIS et al., 2001).

Autrata et al implantierten bei 18 Kindern mit einseitiger, congenitaler Katarakt eine IOL zwischen 1994 bis 1999 (AUTRATA et al., 2005). Das mittlere Operationsalter betrug 3,11 Monate. Sie ermittelten eine mittlere postoperative Sehschärfe des operierten Auges von 0,78. Alle diese Kinder wurden in den ersten 12 Lebensmonaten operiert.

Neumann et al (NEUMANN et al., 1988) implantierten zwischen 1984 und 1990 bei 25 Augen von 23 Patienten eine IOL nach Kataraktoperation (congenitale Katarakt, juvenile Katarakt, sekundäre Katarakt). Das Alter der Patienten lag zwischen 10 Monate bis 17,5 Jahre, mittleres Alter 7 Jahre. Die Nachbeobachtungszeit betrug zwischen 3 und 69 Monate, mittlere Nachbeobachtungszeit 21,4 Monate. Sie beobachteten eine postoperative Sehschärfe zwischen 0,5 und 1,0 bei 82,6% der Augen und bei 17,4 % der Augen beobachteten sie eine postoperative Sehschärfe von 0,4 und weniger.

Gelbart et al berichteten über eine postoperative Sehschärfe in der Gruppe der Patienten mit beidseitiger congenitaler Katarakt von 0,5 und besser, allerdings wurden diese 24 Patienten vor einem Alter von 8 Wochen operiert (GELBART et al., 1982).

Hing und Mitarbeiter (HING et al., 1990) berichteten über eine postoperative Sehschärfe von 0,25 und besser bei 83% der Patienten, bei denen eine beidseitige, congenitale Katarakt innerhalb der ersten zwei Lebensmonate operiert worden ist und bei 45% der Patienten, die diese Operation zwischen dem 3. und 12. Lebensmonat hatten.

Bezüglich der Nahvisusentwicklung standen keine vergleichbaren Studien zur Verfügung. In der hier durchgeführten Untersuchung wies in der Gruppe der beidseitigen, primären Katarakt 14 Augen einen postoperativen Nahvisus von 0,7 und besser, 13 Augen einen Nahvisus zwischen 0,2 bis 0,6 und 11 Augen einen Nahvisus von 0,1 und kleiner auf. Hier spielt möglicherweise das unterschiedliche Alter der Kinder eine Rolle. In der Gruppe der sekundären Katarakte hatten 10 Augen einen Nahvisus von 0,7 und besser, 12 Augen einen Nahvisus zwi-

schen 0,2 bis 0,6 und 1 Auge einen Nahvisus von 0,1. In der Gruppe der einseitigen, primären Katarakt hatten 6 Augen einen Nahvisus von 0,7 und besser, 4 Augen einen Nahvisus zwischen 0,4 und 0,6 und 5 Augen einen Nahvisus von 0,1 und kleiner. Auch hier war eine bessere Visuentwicklung in der Gruppe der beidseitigen, primären Katarakt gegeben, gefolgt von der sekundären Katarakt (ein- oder beidseitig) und der Gruppe der einseitigen, primären Katarakt.

Gessner et al. veröffentlichten Ergebnisse einer Parsplana-Lensektomie bei kindlicher Katarakt (GESSNER et al., 2004). Es wurden 41 Augen von 27 Kindern, 15 davon mit beidseitiger und 12 mit einseitiger Katarakt, untersucht. Alle Kinder wurden über die Parsplana lensektomiert. Direkt nach der OP wurde eine formstabile, hoch gasdurchlässige, Fluorsilikonacrylatkontaktlinse mit reduzierter Vorderzonenoptik abgepasst. Alle Kinder wurden zwischen dem 15. Lebenstag und dem 11. Lebensmonat operiert. Kein Patient war zum Zeitpunkt der Operation älter als 12 Monate. Die Nachbeobachtungszeit betrug 2,5 bis 12,3 Jahre. Der Mittelwert betrug 8,8 Jahre. In der Gruppe der beidseitig lensektomierten Kinder lag das mittlere Operationsalter bei 4,0, in der Gruppe der einseitig operierten bei 3,9 Monaten. Die mittlere Sehschärfe war in der Gruppe der beidseitig lensektomierten Augen bei 0,32, in der Gruppe der einseitig lensektomierten bei 0,14. In beiden Gruppen zeigte sich eine Abhängigkeit der erzielten Visuswerte vom Alter in dem die Operation durchgeführt wurde. Wurde die Lensektomie vor dem Ende des 4. Lebensmonats durchgeführt, führte dies zu teilweise besseren Visusergebnissen als bei späterer Operation. Voraussetzung war allerdings, dass keine zusätzlichen okulären oder systemischen Veränderungen vorlagen und die Compliance in der postoperativen Phase verlässlich war.

Bezüglich der Refraktionsentwicklung und Bulbuslänge berichten Gessner et al. (GESSNER et al., 2004) über folgende Ergebnisse. In der Gruppe der beidseitig Operierten (beidseitige, primäre Katarakt) lag die mittlere Refraktion bei +18,40 dpt (insgesamt 30 Augen), bei den einseitig Operierten (einseitige, primäre Katarakt, 12 Augen) lag die mittlere Refraktion bei +19,86 dpt. In derselben Studie berichten die Autoren über eine normale Bulbuslänge, sowohl prä- als auch postoperativ, in den beiden Gruppen. Außerdem berichten sie bei 40% der Patienten über Binokularsehen. Leider ist diese Arbeit auch nicht mit unserer Arbeit vergleichbar, da hier die Patienten nach Parsplana-Lensektomie mit Kontaktlinsen versorgt worden sind.

Dahan und Drusedau implantierten 156 IOL bei 99 Kindern im Alter zwischen 1 Monat und 8 Jahren (DAHAN und DRUSED AU, 1997). Diese retrospektive Studie wurde zwischen 1983 und 1994 durchgeführt. Die Autoren unterteilten die Kinder in 3 Altersgruppen: Gruppe A (68 Augen) von 1 Monat bis 18 Monate, Gruppe B (32 Augen) von 19 bis 36 Monate, Gruppe C (48 Augen) von 3 bis 8 Jahren. Sie strebten eine postoperative Emmetropie an. In der Gruppe A beobachteten sie ein Bulbuslängenwachstum von $3,59 \pm 1,80$ mm (Mittelwert \pm Standardabweichung) und eine Refraktion von $6,39 \pm 3,68$ Dioptrien. In der Gruppe B war das Bulbuslängenwachstum $0,75 \pm 0,85$ mm und die Refraktion $2,73 \pm 1,40$ Dioptrien und der Gruppe C war das Bulbuslängenwachstum $0,75 \pm 0,69$ mm und eine Refraktion von $2,60 \pm 1,84$ Dioptrien. Daraus folgerten die Autoren, dass je jünger das Kind zum Zeitpunkt der IOL-Implantation, desto größer die Myopisierungstendenz (Myopicshift).

Auch in der hier durchgeführten Studie nahm die Bulbuslänge postoperativ zu. Trotzdem war eine eindeutige Tendenz zu einer Myopisierung nicht erkennbar. In der Gruppe der beidseitigen primären Katarakte sank der Anteil der Augen mit einer Refraktion von mehr als -3 Dioptrien zwischen den Zeitpunkten präoperativ und Nachuntersuchung von 46,7 % auf 31,6 % und in der Gruppe der erworbenen Katarakte von 25,0 % auf 21,7 %. Bei Patienten, die unter einer einseitigen primären Katarakt litten, war prätherapeutisch kein Fall mit Refraktion von mehr als -3 Dioptrien dokumentiert. Hier traten bei der Nachuntersuchung 2 Augen mit Werten von mehr als -3 Dioptrien auf (11,1 %). Aufgrund der in dieser Gruppe insgesamt niedrigen Fallzahl ist ein Rückschluss auf eine allgemeine Tendenz sicherlich nicht zulässig.

Zusammenfassend kann aus diesen Ergebnissen geschlossen werden:

Um die zu erwartende Zunahme der Bulbuslänge zu berücksichtigen, ist es möglich, die Myopie nicht vollständig auszugleichen, so dass das Bulbuslängenwachstum zu einer späteren Emmetropie führt.

Ob ein solches Vorgehen sinnvoll ist, hängt sicherlich vom Einzelfall ab. Das Ziel einer Emmetropie im späteren Lebensalter bedeutet zunächst eine strikte Brillenanpassung mit hohen Dioptriewerten und konsequenter orthoptischer Behandlung. Eine sofort hergestellte Emmetropie läuft dagegen auf eine Myopisierung im späteren Lebensalter hinaus. Sie bietet aber den Vorteil einer schnellen funktionellen Rehabilitation. Als Ziel der IOL-Therapie kann

deshalb für Kinder bis etwa 2 Jahre eine leichte Unterkorrektur von etwa 1 dpt und für ältere Kinder die sofortige Herstellung der Emmetropie angestrebt werden.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden Daten von Intraokularlinsenimplantationen an 80 Augen von 59 Kindern ausgewertet. Die Patienten waren zum Zeitpunkt der Lensektomie zwischen 1 Monat und 12 Jahre alt, zum Zeitpunkt der IOL-Implantation lag das mittlere Alter zwischen einem und 12 Jahren. Bei 38 Patienten lag eine einseitige, bei 21 Patienten eine beidseitige Katarakt vor. Die Katarakte wurden in 56 Fällen als primäre und in 24 Fällen als sekundäre Katarakte klassifiziert. Bei 62 Augen waren präoperativ intraokulare Druckmessungen dokumentiert. Für 60 dieser 62 Fälle lag der Druck zwischen 10 und 20 mm Hg und damit im Normbereich, für zwei Augen bei 25 mm Hg.

Der Fernvisus wurde prä- und postoperativ sowie bei der letzten Nachuntersuchung dokumentiert. In keinem Fall konnte präoperativ ein Visus von mindestens 0,7 ermittelt werden. Bei der letzten Nachuntersuchung lag deren Anteil dagegen zwischen 0 % (einseitig primäre Katarakt) und 42,9 % (beidseitig primäre Katarakt).

Für den Nahvisus waren nur Werte für den Zeitpunkt der Entlassung aus dem Krankenhaus dokumentiert. Hier betrug der Anteil der Fälle mit Werten von mindestens 0,7 je nach Diagnose zwischen 33,3 % (beidseitig primäre Katarakt) und 43,5 % (sekundäre Katarakt).

Durch die Operation wurde der Anteil der Refraktionsbefunde mit starker Korrektur geringfügig gesenkt.

Die Bulbuslängen aller untersuchten Augen waren postoperativ größer als präoperativ. Trotzdem nahm der Anteil der Augen mit Refraktionswerten von 3 Dioptrien und mehr in den Gruppen mit beidseitiger primärer und erworbener Katarakt ab, in der Gruppe mit einseitig primärer Katarakt dagegen leicht zu.

Es waren peri- und postoperative Komplikationen dokumentiert, wobei der Anteil der komplikationslosen Verläufe bei den sekundären Katarakten (insbesondere aufgrund eines Marfan-Syndroms) höher war als bei primären Katarakten. Häufigste postoperative Komplikation war ein Anstieg des intraokularen Druckes, der in der Regel medikamentös beherrschbar war.

Die Ergebnisse korrespondieren, soweit vergleichbar, mit denen anderer Studien.

7 Literatur

- ACKERMANN, H (2005): Biometrie. 5. Auflage. Frankfurt: epsilon-Verlag.
- AUFFARTH, G U; APPLE, D J (2001): Zur Entwicklungsgeschichte der Intraokularlinsen. In: *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **98**, Heft 11, Seite 1017–1028.
- AUTRATA, R; REHUREK, J; VODICKOVÁ, K (2005): Visual results after primary intraocular lens implantation or contact lens correction for aphakia in the first year of age. In: *Ophthalmologica. Journal international d'ophtalmologie. International journal of ophthalmology. Zeitschrift für Augenheilkunde*, **219**, Heft 2, Seite 72–79.
- BELLER, R; HOYT, C S; MARG, E; ODOM, J V (1981): Good visual function after neonatal surgery for congenital monocular cataracts. In: *American journal of ophthalmology*, **91**, Heft 5, Seite 559–565.
- BENÉZRA, D (1996): Cataract surgery and intraocular lens implantation in children, and intraocular lens implantation in children. In: *American journal of ophthalmology*, **121**, Heft 2, Seite 224–226.
- DAHAN, E; DRUSED AU, M U (1997): Choice of lens and dioptric power in pediatric pseudophakia. In: *Journal of cataract and refractive surgery*, **23 Suppl 1**, Seite 618–623.
- DIEKMANN, A (2008): Empirische Sozialforschung. 19. Auflage. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt-Taschenbuch-Verl.
- ELSTON, J S; TIMMS, C (1992): Clinical evidence for the onset of the sensitive period in infancy. In: *The British journal of ophthalmology*, **76**, Heft 6, Seite 327–328.
- FRANCIS, P J; IONIDES, A; BERRY, V; BHATTACHARYA, S; MOORE, A T (2001): Visual outcome in patients with isolated autosomal dominant congenital cataract. In: *Ophthalmology*, **108**, Heft 6, Seite 1104–1108.

- GELBART, S S; HOYT, C S; JASTREBSKI, G; MARG, E (1982): Long-term visual results in bilateral congenital cataracts. In: *American journal of ophthalmology*, **93**, Heft 5, Seite 615–621.
- GESSNER, B; WIESE, S; LAGRÈZE, W A (2004): Ergebnisse der Pars-plana-Lentektomie bei kindlicher Katarakt. In: *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **101**, Heft 9, Seite 901–906.
- GROSSMAN, S A; PEYMAN, G A (1988): Long-term visual results after pars plicata lensectomy-vitreotomy for congenital cataracts. In: *The British journal of ophthalmology*, **72**, Heft 8, Seite 601–606.
- HING, S; SPEEDWELL, L; TAYLOR, D (1990): Lens surgery in infancy and childhood. In: *The British journal of ophthalmology*, **74**, Heft 2, Seite 73–77.
- HUBEL, D H; WIESEL, T N (1970): The period of susceptibility to the physiological effects of unilateral eye closure in kittens. In: *The Journal of physiology*, **206**, Heft 2, Seite 419–436.
- JAIN, I S; PILLAI, P; GANGWAR, D N; GOPAL, L; DHIR, S P (1983): Congenital cataract: management and results. In: *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus*, **20**, Heft 6, Seite 243–246.
- KAMPIK, A; LUND, O E; SALBERT, R (1985): Pars plana-Lentektomie--Indikationen und Komplikationen. In: *Fortschritte der Ophthalmologie: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **82**, Heft 4, Seite 312–315.
- KOHNEN, T; EISENMANN, D; JACOBI, K W (1993): Funktionelle Ergebnisse nach Intraokularlinsenimplantation bei 92 Kindern und Jugendlichen. In: Robert, Y. C. A.; Gloor, B.; Hartmann, C.; Rochels R (Hg.): 7. Kongreß der deutschsprachigen Gesellschaft für intraokular-Linsen-Implantation. Berlin: Springer, Seite 11–16.
- LAMBERT, SR; DRACK, AV (1996): Infantile cataracts. *Surv Ophthalmol* **40**, Seite 427–458

- LORENZ, B (2007): Genetische Untersuchungen bei kongenitaler Katarakt. In: *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **104**, Heft 7, Seite 559–565.
- LORENZ, B; FRIEDL, N; BOERGEN, K P; WÖHRLE, J (1992): Chancen für Binokularfunktionen bei frühkindlicher Aphakie? In: *Z Prakt Augenheilk*, **13**, Seite 363–371.
- LÜCHTENBERG, M; KOHNEN, T (2007): Untersuchungsmethodik zur Diagnostik der ein- und beidseitigen kindlichen Katarakt. In: *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **104**, Heft 7, Seite 552–558.
- NAUMANN, G O H (1997): Pathologie des Auges. Sonderausg. Berlin: Springer.
- NEUMANN, R; ZALISH, M; OLIVER, M (1988): Effect of intraocular lens implantation on combined extracapsular cataract extraction with trabeculectomy: a comparative study. In: *The British journal of ophthalmology*, **72**, Heft 10, Seite 741–745.
- NOORDEN, G K VON (1980): Zur Entstehung der Amblyopie - experimentelle Untersuchungen. In: *Ber. Dtsch Ophthalmol Ges*, **77**, Seite 815–828.
- NOORDEN, G K VON; DOWLING, J E; FERGUSON, D C (1970): Experimental amblyopia in monkeys. I. Behavioral studies of stimulus deprivation amblyopia. In: *Archives of ophthalmology*, **84**, Heft 2, Seite 206–214.
- PEYMAN, G A; RAICHAND, M; OESTERLE, C; GOLDBERG, M F (1981): Pars plicata lensectomy and vitrectomy in the management of congenital cataracts. In: *Ophthalmology*, **88**, Heft 5, Seite 437–439.
- POSPESCHILL, M (2006): Statistische Methoden. Heidelberg: Elsevier.
- SACHS, L (2004): Angewandte Statistik. 11. Auflage. Berlin: Springer.
- SACHSENWEGER, M; KLAUB, V (2003): Augenheilkunde. 2. Auflage. Stuttgart: Thieme (Duale Reihe).
- SCHIEBLER, T H; KORF, H-W (2007): Anatomie. 10. Auflage. Darmstadt: Steinkopff.

- SCHRADER, W; RATH, M; WITSCHER, H (1994): Spätkomplikationen und funktionelle Ergebnisse mindestens 5 Jahre nach Pars-plana-Lentektomie wegen kongenitaler Katarakt. In: *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **91**, Heft 4, Seite 490–497.
- SCHRADER, W; RATH, M; WITSCHER, H (1994): Spätkomplikationen und funktionelle Ergebnisse mindestens 5 Jahre nach Pars-plana-Lentektomie wegen kongenitaler Katarakt. In: *Der Ophthalmologe: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **91**, Heft 4, Seite 490–497.
- SCHULZ, E; PABST-HOFACKER, M; DOMARUS, D VON (1985): Postoperative Nachsorge und visuelle Entwicklung congenitaler Katarakte. In: *Fortschritte der Ophthalmologie: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **82**, Seite 370–373.
- TESSMER, C (2002): Entwicklung der Achsenlänge nach Kataraktoperationen im Kindesalter. Dissertation. Frankfurt. Johann Wolfgang Goethe-Universität, Zentrum der Augenheilkunde.
- VANSELOW, K; OHRLOFF, C; ZUBCOV-IWANTSCHJEFF, A (2002): Die kindliche Katarakt – eine interdisziplinäre Herausforderung. In: *Monatsschrift Kinderheilkunde*, **150**, Heft 3, Seite 260–266.
- VANSELOW, K; ZUBCOV-IWANTSCHJEFF, A (2005): Früherkennung von Sehstörungen. Herausgegeben von Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung. (Familienhandbuch des Staatsinstituts für Frühpädagogik (IFP)). Online verfügbar unter <https://www.familienhandbuch.de/gesundheits/medizinische-fragen-von-eltern/frueherkennung-von-sehstorungen>, zuletzt aktualisiert am 28.1.10, zuletzt geprüft am 27.7.11.
- VASAVADA, A; CHAUHAN, H (1994): Intraocular lens implantation in infants with congenital cataracts. In: *Journal of cataract and refractive surgery*, **20**, Heft 6, Seite 592–598.

WITSCHER, H (1982): Lentektomie durch die Pars Plana. In: *Fortschritte der Ophthalmologie: Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, **79**, Heft 4, Seite 325–326.

WITSCHER, H (1987): Pars plana-Lentektomie. In: *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*, **190**, Heft 5, Seite 406–411.

YE, H-H; DENG, D-M; QIAN, Y-Y; LIN, Z; CHEN, W-R (2007): Long-term visual outcome of dense bilateral congenital cataract. In: *Chinese medical journal*, **120**, Heft 17, Seite 1494–1497.

8 Anhang

8.1 Abkürzungsverzeichnis

ca.	circa
CD	Cup-/Disc-Ratio
d.h.	das heißt
ECCE	extrakapsuläre Kataraktextraktion
evt.	eventuell
HKL	Hinterkammerlinse
IOL	Intraokularlinse
KL	Kontaktlinse
mm	Millimeter
mm Hg	Einheit des intraokulren Druckes (mm Quecksilbersäule bzw. Torr)
OP	Operation
PMMA	Polymethyl-Methacrylat
usw.	und so weiter
z.B.	zum Beispiel

8.2 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für alle untersuchten Augen (n=52 bis 79).....	35
Abbildung 2: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für die beidseitig primären Katarakte (n=24 bis 38).	36
Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für die einseitig primären Katarakte (n=14 bis 18).	37
Abbildung 4: Zeitliche Entwicklung des Fernvisus in Kategorien für die einseitig sekundären Katarakte (n=10 bis 20).....	38
Abbildung 5: Entwicklung der Refraktion in der Gruppe mit beidseitiger primärer Katarakt. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie fallen die Augen zu beiden Zeitpunkten in die gleiche Kategorie.....	41
Abbildung 6: Entwicklung der Refraktion in der Gruppe mit einseitiger primärer Katarakt. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie fallen die Augen zu beiden Zeitpunkten in die gleiche Kategorie.....	42
Abbildung 8: Bulbuslänge bei einseitiger Katarakt prä- und postoperativ. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie waren die Bulbuslängen zu beiden Zeitpunkten gleich.	43
Abbildung 9: Bulbuslänge bei beidseitiger Katarakt prä- und postoperativ. Für Punkte auf der durchgezogenen Linie waren die Bulbuslängen zu beiden Zeitpunkten gleich.	44

8.3 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Entwicklung des Sehens in Abhängigkeit vom Lebensalter (VANSELOW und ZUBCOV-IWANTSCHIEFF, 2005)	10
Tabelle 2: Übersicht über verschiedene Kataraktformen (SACHSENWEGER und KLAUB, 2003)	13
Tabelle 3: Anzahl der Patienten in den verschiedenen Kategorien von einseitig / beidseitiger IOL-Implantation sowie primärer / sekundärer Katarakt.	20
Tabelle 4: Befunde zur Indikationsstellung einer Kataraktoperation im Kindesalter, nach LÜCHTENBERG und KOHNEN (2007)	22
Tabelle 5: Häufigkeitsverteilung der Kataraktursachen in der untersuchten Stichprobe	27
Tabelle 6: Ein- oder Beidseitigkeit der Katarakte	28
Tabelle 7: Altersverteilung der Patienten mit primärer und sekundärer Katarakt zum Zeitpunkt der IOL-Implantation.....	28
Tabelle 8: Berechnetes mittleres Lebensalter verschiedener Untergruppen der untersuchten Stichprobe.	29
Tabelle 9: Häufigkeitsverteilung präoperativer Befunde in der untersuchten Gruppe	30
Tabelle 10: Häufigkeitsverteilung präoperativer Spaltlampenbefunde bei sekundären Katarakten in der untersuchten Stichprobe	30
Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung von Cup-Disc Ratios der Papille bei primären Katarakten in der untersuchten Stichprobe	31
Tabelle 12: Häufigkeitsverteilung der Ergebnisse präoperativer Tensiomessungen in der untersuchten Stichprobe	32

Tabelle 13: Deskriptive Kenngrößen des Fernvisus für alle untersuchten Augen sowie nach Gruppen getrennt zu den drei Zeitpunkten präoperativ, nach IOL-Implantation, bei Nachuntersuchung	34
Tabelle 14: Vergleich der Zeitpunkte präoperativ und Nachuntersuchung hinsichtlich des Fernvisus. Angegeben sind für Fälle mit Messwerten zu beiden Zeitpunkten der Mittelwert sowie die Standardabweichung. Die letzte Spalte enthält den p-Wert des Wilcoxon-Tests....	39
Tabelle 15: Anteil der Nahvisus-Kategorien für alle untersuchten Augen sowie nach Gruppen getrennt für den Zeitpunkt nach IOL-Implantation.....	39
Tabelle 16: Deskriptive Kenngrößen der Refraktion für alle untersuchten Augen zu den drei Zeitpunkten präoperativ, nach IOL-Implantation, bei Nachuntersuchung	40
Tabelle 17: Vergleich der Zeitpunkte präoperativ und Nachuntersuchung hinsichtlich der Bulbuslänge. Angegeben sind für Fälle mit Messwerten zu beiden Zeitpunkten der Mittelwert sowie die Standardabweichung. Die letzte Spalte enthält den p-Wert des Wilcoxon-Tests....	45

9 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Professor Dr. Ulrich Demeler für die freundliche Überlassung des Themas sowie zahlreiche Anregungen und Ratschläge während der Arbeit.

Ich bedanke mich auch bei Frau Dr. Mona Saad-Demeler für mehrmaliges Korrekturlesen und ihre konstruktive Kritik sowie dafür, dass sie mich in allen Phasen der Arbeit unterstützt hat.

Darüber hinaus danke ich meiner Mutter für die ständige Frage nach dem Stand der Arbeit. Sie hat mich in der Zeit meines Studiums, während der Weiterbildung und auf meinem beruflichen Weg immer unterstützt und motiviert.

10 Lebenslauf

Hier nicht abgedruckt.

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