

Aus dem Zentrum der Augenheilkunde
des Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main
Abteilung für Kinderaugenheilkunde
Leiter: Prof. Dr. Ch. Ohrloff

Entwicklung der Achsenlänge
nach Kataraktoperation im Kindesalter

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main**

vorgelegt von Cornelia Tessmer
aus Frankfurt am Main

Frankfurt am Main, 2002

Dekan: Prof. Dr. med. J. M. Pfeilshifter

Referent: Prof. Dr. med. A. Zubcov

Korreferent: Prof. Dr. med. V. Gall

Tag der mündl. Prüfung: 05.01.2005

Mein besonderer Dank gilt Frau Priv.-Doz. Dr. med. A. Zubcov
für die Überlassung des Themas, sowie ihrer Anleitung und Mithilfe
bei der Durchführung und Verfassung der Arbeit.

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	Seite	5
2	Fragestellung	Seite	12
3	Patienten und Methoden	Seite	13
3.1	Patienten	Seite	13
3.2	Methoden	Seite	15
3.2.1	Untersuchungsmethoden	Seite	15
3.2.2	Statistische Auswertung	Seite	19
4	Ergebnisse	Seite	20
4.1	Allgemeine Daten	Seite	20
4.2	Bulbuslängenmessung	Seite	23
4.3	Beobachtungsdauer	Seite	25
4.4	Differenz zwischen der präoperativen und der letzten postoperativen Bulbuslängenmessung unterschieden nach den Katarakttypen	Seite	26
4.5	Ergebnisse spezielle Gruppen	Seite	27
4.5.1	Gruppe der Augen, die vor der Operation einen Augapfel mit einer Länge von über 16 mm und unter 19,9 mm aufwiesen und nach der Geburt einen Hornhautdurchmesser unter 10 mm hatten	Seite	27
4.5.2	Gruppe der Augen, die zum Zeitpunkt der letzten Bulbuslängenmessung postoperativ eine Refraktion von $-2,5$ Dioptrien oder niedriger aufwiesen	Seite	29
4.5.3	Gruppe der Augen, die zum Zeitpunkt der letzten Bulbuslängenmessung postoperativ einen Visus von 0,2 oder niedriger aufwiesen	Seite	31
4.6	Statistische Auswertung	Seite	33
5	Diskussion	Seite	37
6	Zusammenfassung	Seite	54
7	Literaturverzeichnis	Seite	56
8	Tabellarischer Anhang	Seite	62
8.1	Erhebungsbogen zur Erfassung der Patientendaten	Seite	62
9	Lebenslauf	Seite	64
10	Ehrenwörtliche Erklärung	Seite	65

1 EINLEITUNG

Als Katarakt wird eine Trübung der Augenlinse bezeichnet, die aufgrund Veränderungen der klaren Linsenproteine entsteht. Eine angeborene bzw. kongenitale Katarakt ist eine schon zum Zeitpunkt der Geburt vorhandene Trübung der Linse. Entsteht eine Trübung im 2-3 Lebensjahr, bezeichnet man dies als entwicklungsbedingte Katarakt, während traumatische Katarakte als Ursache eine stumpfe oder perforierende Verletzung von außen auf das Auge haben. Kongenitale bzw. entwicklungsbedingte Katarakte können die Entwicklung der Sehfunktion beeinträchtigen. Die ersten 4 Lebensmonate gehören zu der sensiblen Phase in der Entwicklung des Sehvermögens, in der eine minderwertig an den visuellen Kortex übermittelte Sehinformation, wie z.B. bei einer kongenitalen Katarakt, zu einer nicht mehr korrigierbaren Schwachsichtigkeit (Amblyopie) führen kann. Eine wichtige Rolle spielen die in den ersten 4 Monaten nach der Geburt noch in der Ausbildung befindliche Macula mit der Fovea centralis sowie die primäre Sehrinde (V1). Sie erhalten bei einer getrübten Linse nicht die für ihre Entwicklung notwendigen Sehinformationen da Sinneseindrücke, welche durch Abbildungsreize entstehen, nur beeinträchtigt wahrgenommen werden. Kongenitale und entwicklungsbedingte Katarakte unterscheiden sich von der kindlichen und juvenilen sowie der senilen Katarakt durch Ätiologie, Morphologie, Therapie und insbesondere der Nachsorge.

Ätiologisch treten Katarakte bei Kindern in 50% der Fälle idiopathisch auf und in 25% hereditär. Foster et al (1997) zufolge kann bei den einseitigen Katarakten praktisch nie eine Ursache für die Erkrankung nachgewiesen werden. Die erbliche Katarakt ohne Systembeteiligung entsteht durch einen genetischen Fehler in der Morphogenese. Meist liegt ein autosomal dominanter Erbgang zugrunde, bei dem Lage und Form der Trübung familiär spezifisch sind. Weitere Gründe für die Entstehung einer Katarakt können chromosomale Aberrationen (Trisomie 13, M. Down) sein und Stoffwechselerkrankungen wie Galaktosemie und Diabetes mellitus. Zu den intrauterinen Infektionen, die Katarakte verursachen können, zählen Röteln, Lues, Toxoplasmose, Syphilis und Masern. Weiterhin können Medikamenteneinnahmen (Kortison, Thalidomid) oder Stoffwechselerkrankungen der Mutter, sowie ionisierende Strahlen zu intrauterinen Entwicklungsstörungen führen. Katarakte, die als begleitende Erkrankung bei anderen Augenmißbildungen auftreten, werden als sekundäre oder „Begleit“- Katarakte bezeichnet. Man findet sie z.B. bei persistierendem hyperplastischem primärem Glaskörper, Mikrophthalmus, Kolobomen und Aniridie. Syndrome, in deren Zusammenhang eine Katarakt auftritt, sind z.B. das Lowe-Syndrom, Morbus Wilson,

Alport-Syndrom. Tritt eine Katarakt aufgrund eines Traumas auf durch Einwirkungen von außen auf das Auge, variieren die Trübungen der Linse und die Visusbeeinträchtigungen sehr stark. Je nach Ausdehnung der Verletzung kann es zu einer umschriebenen oder vollständigen Trübung der Linse kommen.

Für die Feststellung der Ätiologie einer Katarakt sind die Anamnese des Kindes und der Eltern, sowie eine körperliche Untersuchung des Kindes wichtig, wobei die Anamnese der Eltern in Bezug auf die erbliche Katarakt besonders bedeutsam ist. Bei der kindlichen Anamnese wird unter anderem Röteln und Galaktosämie besondere Beachtung geschenkt. Die Einnahme von Medikamenten und eventuelle Röntgenbelastungen sind wichtig bei der Schwangerschaftsanamnese, ebenso wie Infektionen in den ersten drei Monaten der Schwangerschaft.

Die Trübungen einer Linse unterscheiden sich auch in ihrer Form und Ausdehnung. Eine völlige Trübung der Linse bezeichnet man als *Cataracta totalis*, während es bei einer nur kurzzeitigen Störung in der Phase der Linsenentwicklung zu einer *Cataracta zonularis* oder Schichtstar mit einer ringförmigen Trübungsschicht kommen kann. Bei dieser Form der Trübung bleibt ein großer Teil der Linse klar, es sind häufig radspeichenartige Trübungen („Reiterchen“) zu finden. Stellt sich die Trübung im Kernbereich dar, handelt es sich um eine *Cataracta nuclearis* oder *centralis*, die meist beidseitig auftritt. Eine weitere Art der kongenitalen Katarakt mit Verdickung der Linsenkapsel bezeichnet man als Kapselstar. Man unterscheidet hier zwischen einer Trübung des vorderen und des hinteren Pols, *Cataracta polaris anterior* und *Cataracta polaris posterior*. Bei einer *Cataracta polaris anterior* wird eine Rückbildungsstörung der *Membrana iridopupillaris* als Ursache angenommen, während eine *Cataracta polaris posterior* unter anderem durch eine persistierende *Arteria hyaloidea* entstehen kann. Zu den Kapseltrübungen gehört auch der Pyramidenstar, welcher kegelförmig in die Vorderkammer hineinragt, sowie der Nahtstar, bei dem es sich um häufig vorkommende, kongenitale, γ -förmige Trübungen im Linsenkern handelt, die nur geringe subjektive Störungen hervorrufen und keine klinische Bedeutung haben. Der Membranstar (*Cataracta membranacea*) kann aufgrund einer Eröffnung der Linsenkapsel nach intraokularen Entzündungen oder bei persistierendem hyperplastischem primärem Glaskörper (PHPV) auftreten. Es besteht hier nur noch ein Kapsel/Linsenrest mit degenerierten Linsenfasern und dichter Trübungsmembran, in dessen Zusammenhang oft ein Mikrophthalmus auftritt. Statistische Ergebnisse von Parks et al (1992) zeigten, dass der Typ einer kindlichen Katarakt, im Gegensatz zu dem Alter bei der Operation oder der Dicke der Hornhaut, die größte Auswirkung auf eine langfristig gute Sehschärfe bei Kindern mit aphaken Augen zu haben scheint. In dieser

Studie von Parks et al mit 174 Augen bei 118 Patienten erreichten außerdem die Augen mit beidseitiger Katarakt eine durchschnittlich deutlich höhere Sehschärfe als einseitige Katarakte.

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 früh entstandener Katarakt gestört ist. Eine Untersuchung und Behandlung kindlicher Katarakte ist sehr aufwendig, und die rechtzeitige Diagnostik mit Festlegung des Operationszeitpunktes steht im Vordergrund. 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 zu einer Kataraktoperation ist gegeben, wenn bei der Skiaskopie in Miosis festgestellt wird, dass die Verlegung der optischen Achse durch die Katarakt keinen Reflex mehr zulässt. Erst ab ca. 2,5 Jahren, also bei Kindern im sprachfähigem Alter, wird die Indikation für eine Operation nach dem Sehvermögen gestellt. Die Morphologie der Trübung, Lokalisation, Ausprägung und begleitende pathologische 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. Ist die Trübung, z.B. bei einer früh-kindlichen 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.

Kataraktoperationen im Kindesalter werden heute mit weitgehend standardisierten Techniken durchgeführt. Als sichere und schonende Methode hat sich die Linsenaspiration erwiesen. Durch diese einfache Absaugung der Linse konnten die postoperativen Komplikationen verringert werden. Eine Nachstarbildung, also eine Eintrübung der Hinterkapsel, kann trotz Einsatz moderner Saugspülgeräte, die ein Polieren der hinteren Kapsel erlauben, aber noch nicht vermieden werden. Die Zahl der Netzhautablösungen und Sekundärglaukome ist jedoch zurückgegangen. Der Nachstar zählt zu den

Spätkomplikationen und kann durch proliferierendes Linsenepithel zu einer kompletten Verschattung der optischen Achse führen, was in der kritischen Phase der Visusentwicklung die Gefahr einer Deprivationsamblyopie bedeutet. Neben dem Nachstar gehören Synechien und Sekundärglaukome zu den weiteren Komplikationen nach einer Kataraktoperation, sie können durch Linsenreste oder einen Glaskörperprolaps entstehen. Die Ergebnisse nach der Operation, die Funktionalität und den Visus betreffend, sind von vielen weiteren Faktoren abhängig. Operationszeitpunkt, Alter des Kindes bei Manifestation der Trübung, Dauer des Bestehens der Trübung, Ein- oder Beidseitigkeit der Katarakt, zusätzliche Mißbildungen und die Qualität der Nachbehandlung (Brille und Okklusion) sind dabei entscheidend. Studien von Jain et al (1983) ergaben, dass die zu erwartende Sehschärfe bei partiellen Katarakten besser ist als bei totalen Katarakten. Dokumentiert ist außerdem eine bessere Sehschärfe nach der Operation bei beidseitiger Erkrankung und Katarakten, die keiner frühen Operation bedurften, als bei einseitiger Erkrankung und solchen Katarakten, die sofort nach der Geburt operiert werden mußten. Als Methode der Wahl für eine klare Sehachse gilt die Linsenabsaugung mit hinterer Rhexis und vorderer Vitrektomie. Nach Daten verschiedener Autoren entsteht bei einer extrakapsulären Kataraktentfernung in bis zu über 60% ein Nachstar (Gupta et al 1992). Der Zeitraum in dem ein Nachstar entsteht liegt nach Daten von Player et al (1995) zwischen 18 – 24 Monate nach der Operation. In einer Studie von Basti et al (1996) wies die Gruppe der Augen mit Linsenabsaugung, hinterer Rhexis, vorderer Vitrektomie und Linsenimplantation den Nachstar betreffend (nur 3,65%) die besten Ergebnisse im Vergleich zu anderen Gruppen auf. Es sind jedoch noch längere Nachbeobachtungszeiten nötig, um diese Behandlung als Methode der Wahl zu bestätigen. Intraokularlinsen (IOL) wurden bis vor kurzem nur bei Kinder im Alter über 2 Jahren verwendet, da diese in den ersten 2 Lebensjahren aufgrund des größten Wachstumsschubes der Augen nicht befürwortet wurden.

Für die optische Korrektur bei Aphakie sind Kontaktlinsen in den ersten Lebensjahren noch immer Therapie der Wahl, 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. In der Phase des Augenwachstums hat die Kontaktlinse den Vorteil, dass sie bei Refraktionsänderungen dem Auge immer wieder neu angepaßt werden kann. Nachteilig wirkt sich die Anforderung an die Mitarbeit des Kindes und der Eltern aus. Die notwendigen Neuadjustierungen und Kontrollen sind aufwendig und kostenintensiv, nicht jedes Kleinkind läßt sich problemlos behandeln. Mögliche Komplikationen an der Bindehaut und der Hornhaut können, wie auch oben genannte mangelnde Mitarbeit,

manchmal zur Aufgabe der Kontaktlinsenversorgung führen. In diesen Fällen kann eine sekundäre Implantation erwogen werden. Die primäre Implantation von IOL wird, unter anderem aus zuvor genannten Gründen, in den letzten Jahren vermehrt durchgeführt. Der Indikationsbereich erweitert sich fortwährend, d.h. das Alter ab dem implantiert wird sinkt in einigen Untersuchungen bis auf wenige Wochen alte Kinder. Die unterschiedlichen Ergebnisse in den behandelten Gruppen werden nachuntersucht und verglichen, um erfolgreichere Behandlungen und Korrekturen der Brechkraft von aphaken Augen durchzuführen. Hinterkammerlinsen sind für die Verwendung als IOL standard, auch für Gimbel (1993) steht die Vorderkammerlinse nicht zur Diskussion. Als absolute Indikation für IOL-Implantationen werden von Gordon und Donzis (1985) die traumatischen und die später entstandenen entwicklungsbedingten Katarakte gesehen, da bei ihnen schon das binokulare Sehen manifestiert ist. Sie weisen aber schon zum Zeitpunkt ihrer Studie darauf hin, dass die erfolgreiche Durchführung von IOL-Implantationen bei Kindern und die damit verbundene Ausdehnung des Indikationsgebietes von den zu erwartenden verbesserten Linsendesigns und Operationstechniken abhängt sowie der intensiven Amblyopiebehandlung. Für Stärk und Mitarbeiter (1992) ist die Hauptindikation zur IOL-Implantation bei den traumatischen Katarakten zu finden, bei diesen Augen ist der größte Wachstumsschub schon beendet. Gimbel et al (1993) sehen die Implantation einer Hinterkammerlinse bei Kindern erst ab dem Alter von 2 Jahren als eine sichere und effektive Behandlungsmethode an, ohne bei der Ätiologie einer Katarakt Einschränkungen zu machen. In einer späteren Studie (1997) führten sie eine Nachuntersuchung bei Kindern durch, die im Alter ab 3 Jahren aufgrund beidseitiger Katarakt operiert worden waren und eine IOL bekamen. Die Ergebnisse, auch bezüglich der Sehschärfe, waren vielversprechend, wobei die Autoren auf die fehlenden Langzeitergebnisse hinweisen. Gute Visusergebnisse im Langzeittest erhielten ebenso Crouch et al (1995) nach IOL-Implantation bei Kindern zwischen 2 und 18 Jahren. In einer Studie von Dahan et al (1997) wurde bei 99 Kindern mit 156 erkrankten Augen in verschiedenen Altersgruppen (1 Monat bis 8 Jahren) die Änderung der Bulbuslänge und der Refraktion verglichen, um weitere Daten für den Indikationsbereich von IOL zu bekommen. Im Alter zwischen 1 und 18 Monaten hatte man, wie erwartet, die größten Änderungen durch das verstärkte Bulbuswachstum, woraus sich eine Forderung der Autoren nach einer Unterkorrektur der Refraktion um 20 % bei solchen Kindern ergibt, die zum Zeitpunkt der Operation unter 2 Jahre alt sind. Allgemein empfehlen sie die Stärke der IOL, den myopischen Shift berücksichtigend, so zu wählen, dass nach der Operation eine Hyperopie entsteht, die sich durch das Wachstum des Auges im Idealfall in Emmetropie bzw. leichte Myopie verändert. Die Angaben verschiedener Autoren zu der empfohlenen Korrektur operierter

Augen durch IOL in einem Alter, in dem sich die Brechkraft des Auges durch das intensive Wachstum noch stark verändert, unterscheiden sich noch. Bei Kindern im Alter zwischen 3 und 9 Jahren sollte nach Hutchinson et al (1996) die IOL um 1 Dioptrien in Hyperopie unterkorrigiert werden, um nach Abschluß des Wachstums Emmetropie zu erhalten. Awner et al (1996) untersuchten Kinder, die bei der Operation jünger als 3 Jahre waren und empfehlen die Unterkorrektur in Hyperopie um 3-4 Dioptrien zum Zeitpunkt der Operation. Das Resultat einer Untersuchung von Knight et al (1996) war, die IOL um 6 Dioptrien weniger zu wählen als für Emmetropie nötig wäre, wenn Kinder in einem Alter von unter 1 Jahr eine IOL bekommen. Kora et al (1991) fanden kein erhöhtes Längenwachstum der pseudophaken Augen nach einer Operation. Die untersuchten Kinder waren jedoch bei der Operation älter als 7 Jahre, sie hatten die Phase des stärksten Augenwachstums also schon überschritten. Die Autoren begründeten die festgestellte Tendenz der operierten Augen kurzsichtiger zu werden durch die veränderten Proportionen im Auge. Der Glaskörper hinter der IOL wächst, während die Stärke der IOL unverändert bleibt, wodurch veränderte Brechungsverhältnisse entstehen. Kylies und Schulz (1991) weisen aufgrund ihrer Daten aus einer Studie mit kongenital beidseitigen Katarakten darauf hin, dass zu jedem Zeitpunkt des Kindesalters Refraktionsänderungen auftreten, und daher eine Vorhersage, wann und in welchem Ausmaß refraktionschirurgische Maßnahmen ergriffen werden sollten, schwierig sei. Kora et al (1991) folgerten aus ihren Untersuchungen, dass die Fehlkalkulationen der IOL meist auf falschen Messungen der Achsenlängen von überdurchschnittlich langen Augen beruhten. Bei diesen Augen seien genauere Werte vor der Operation zu fordern, für die aber die Meßtechniken verbessert werden müßten. Die Wahl der Stärke einer IOL bleibt weiterhin ein Schätzwert, es besteht in der umfangreichen Literatur zu diesem Thema noch kein Konsensus.

Weitere Möglichkeiten eine Korrektur der Refraktion nach der Linsenentfernung durchzuführen besteht durch die Epikeratophakie, bei der eine chirurgische Veränderung der Hornhautrefraktion vorgenommen wird, um eine bestehende Aphakie zu korrigieren. Diese Behandlung ist, auch aufgrund der langen Nachbehandlungszeit, noch keine Alternative zu der Kontaktlinse oder der IOL.

Die auf eine Operation folgende Nachbehandlung ist bei Augen mit IOL (pseudophake Augen), ebenso wie bei Augen, die mit Kontaktlinsen (aphake Augen) versorgt wurden, sehr entscheidend für die Entwicklung des Sehens. Besonders wichtig im Rahmen der Nachsorge und der Amblyopiebehandlung ist die Okklusionstherapie, bei der im Falle einer einseitigen Katarakt durch Abdeckung des gesunden Auges das erkrankte Auge veranlaßt wird, die Sehfunktion zu übernehmen. Auch bei einer beidseitigen Erkrankung

wird, im Falle eines ungleichen Sehvermögens, eine zeitweilige Abdeckung (Teilzeitokklusion) durchgeführt. Buckley et al (1993) sehen in einer intensiven Okklusionstherapie die Möglichkeit des beschleunigten Erlangens eines guten Sehvermögens.

Die Katarakt ist anerkannt die häufigste Ursache für hochgradige Sehbehinderungen bei Kindern, die bis zur vollständigen Erblindung führen kann. Foster et al (1997) berichten von weltweit ca. 200.000 durch eine Katarakt erblindete Kinder und ca. 20.000-40.000 Kindern, die jedes Jahr mit einer beidseitigen Katarakt geboren werden. Insgesamt schätzt man die Zahl der erblindeten Kinder auf weltweit 1,5 Millionen. Einer Statistik der Bayerischen Landesschule für Blinde zufolge, die von Schmidt et al (1988) ausgewertet wurde, tritt die kongenitale Katarakt von 1885-1976 in diesem Institut in der Menge der Fälle konstant auf. Der Anteil den sie als Ursache für eine Erblindung darstellt ist dort jedoch von ca.10% auf 1% zurückgegangen, was durch die verbesserten therapeutischen Möglichkeiten erreicht wurde. In den Entwicklungsländer ist durch die mangelnde Früherkennung und Versorgung die Zahl der aufgrund einer Katarakt erblindeten Kinder um das zehnfache höher als in den Industrieländern.

Das Ziel dieser Arbeit war die Veränderungen der Achsenlängen von Augen bei Kindern, die aufgrund einer Katarakt operiert worden waren, zu vergleichen. Die jungen Patienten waren an verschiedenen Formen einer Katarakt erkrankt und in unterschiedlichem Alter operiert worden. Je nach Indikation wurden die Augen mit Kontaktlinsen oder IOL versorgt.

2 FRAGESTELLUNG

In der Abteilung für Kinderaugenheilkunde des Zentrums der Augenheilkunde der Universitätsklinik Frankfurt am Main wird eine große Anzahl von Kindern betreut, die an einer Katarakt erkrankt waren und operiert wurden. Dies ergab die Möglichkeit eine Vielzahl von Krankenakten statistisch auszuwerten und retrospektiv folgende Fragen zu untersuchen:

1. Wachsen aphake Augen, die aufgrund einer kongenitalen Katarakt operiert wurden, nach dem gleichen Schema wie die phaken Partneraugen oder differiert ihre Wachstumsentwicklung?
2. Wachsen aphake Augen, die aufgrund einer kongenitalen Katarakt operiert wurden, bei ein- oder beidseitiger Erkrankung unterschiedlich?
2. Wachsen an kongenitaler Katarakt erkrankte und operierte Augen unterschiedlich, je nachdem ob die Augen mit Kontaktlinsen versorgt wurden (Aphakie) oder einer IOL (Pseudophakie) bekamen?
4. Wachsen an Katarakt erkrankte und operierte Augen unterschiedlich, je nachdem ob sie nach der Operation eine gute oder schlechte Sehfähigkeit aufwiesen?

3 PATIENTEN UND METHODEN

3.1 Patienten

Alle Kinder, die in dem Zeitraum von 1992-1996 an der Augenklinik des Frankfurter Universitätsklinikums, Abteilung für Kinderaugenheilkunde, aufgrund einer Katarakt operiert werden mußten, sind in unserer Studie erfaßt worden. Es handelte sich um 96 Patienten und 135 erkrankte Augen. Die Einschlusskriterien waren eine Bulbuslängenmessung vor der Operation und mindestens eine Messung postoperativ im Abstand von 18 Monaten. Der Grund für fehlende Messungen waren mangelnde Compliance der Eltern, Umzug der Familie, usw.. Die Exklusionskriterien waren Behinderungen mit neurologischen Ausfällen, zusätzliche Augenerkrankungen, wie Glaukom und Optikusatrophie sowie Syndrome. Weiterhin war das Vorhandensein eines stark ausgeprägten Mikrophthalmus mit einer Länge des Augapfels kleiner als 16 mm und einem Hornhautdurchmesser unter 8,5 mm bei der Geburt Kriterium für einen Ausschluß aus der Studie. Insgesamt wurden 52 Patienten und 77 Augen aus der Studie ausgeschlossen.

In die Studie aufgenommen wurden 44 Patienten mit 58 erkrankten Augen, deren Krankenakten retrospektiv ausgewertet wurden. Es handelte sich um 22 Patienten und 29 Augen mit kongenitaler Katarakt, 9 Patienten und 16 Augen mit entwicklungsbedingter Katarakt und 13 Patienten und 13 Augen mit traumatischer Katarakt (Abb.1). Insgesamt teilte sich die Gruppe in 30 einseitige und 14 beidseitige Katarakte (Abb.2).

Als kongenital bezeichneten wir eine Katarakt, die schon bei Geburt bestand. Da nicht alle Kinder direkt nach der Geburt durch uns gesehen werden konnten, entschied man nach den typischen Merkmalen, die auf eine kongenitale Katarakt schließen lassen. Dazu gehören u.a. die Eintrübungen des hinteren Pols. Katarakte die sich im ersten Lebensjahr und später bildeten, deren Veranlagung aber schon bei Geburt bestand, wurden als entwicklungsbedingt bezeichnet. Eine zonuläre Form der Katarakt, sowie Defekte der hinteren Kapsel, die bei einer Operation festgestellt werden können, lassen ebenfalls auf eine entwicklungsbedingte Katarakt schließen. Traumatische Katarakte haben als Ursache eine mechanische Einwirkung von außen auf das Auge, also eine stumpfe oder perforierende Verletzung.

Die Abbildungen 1 und 2 geben einen Überblick über die Anteile der verschiedenen Katarakttypen und der Anteile ein- und beidseitiger Erkrankung an der gesamten Augenzahl.

In der Tabelle 1 wird die Altersstruktur der Augen mit den unterschiedlichen Katarakttypen dargestellt, jeweils zum Operationszeitpunkt.

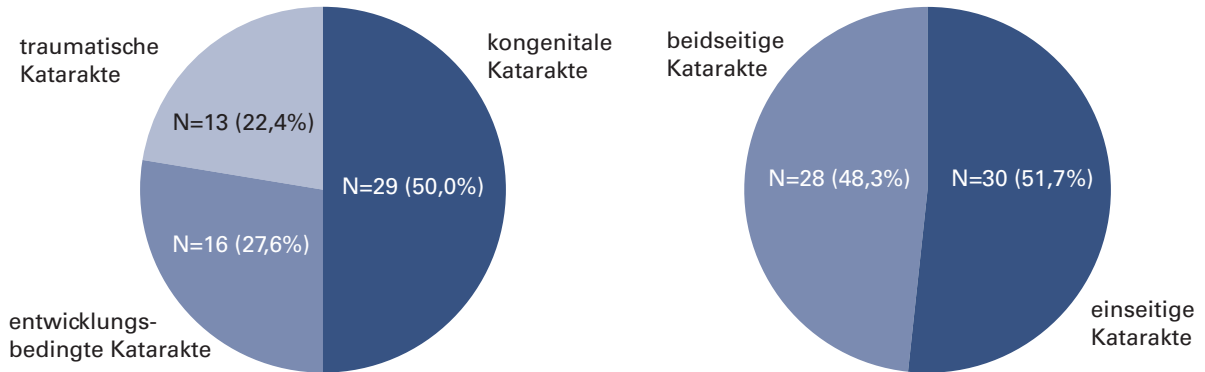


Abb.1 Einteilung der 58 Augen nach Katarakttyp; N=Augen

Abb.2 Einteilung der 58 Augen nach Lateralität; N=Augen

Tab. 1 Alterstruktur der Augen zum Operationszeitpunkt unterschieden nach Katarakttyp

Alter bei der Operation	kongenitale Katarakt aphak		kongenitale Katarakt pseudophak		entwicklungsbedingte Katarakt aphak		entwicklungsbedingte Katarakt pseudophak		traumatische Katarakt aphak		traumatische Katarakt pseudophak	
	einseitig	beidseitig	einseitig	beidseitig	einseitig	beidseitig	einseitig	beidseitig	einseitig	beidseitig	einseitig	beidseitig
kleiner als 1 Jahr	9 Augen	8 Augen										
zwischen 1 und 4 Jahren	1 Auge	4 Augen	1 Auge			1 Auge	1 Auge	2 Augen			4 Augen	
älter als 4 Jahre		2 Augen	4 Augen				1 Auge	11 Augen	1 Auge		8 Augen	

3.2 Methoden

3.2.1 Untersuchungsmethoden

Unsere retrospektiv durchgeführte Studie erfaßte folgende Patientendaten: operierte Augen (rechts/links/beide Augen) und Partneraugen, Alter des Patienten bei der Operation, das Vorhandensein eines mittelgradigen Mikrophthalmus, Beobachtungszeitraum, Aphakie/Pseudophakie/Phakie, Laterali-tät und den Visus beider Augen (gesundes und erkranktes Auge). Außerdem wurden die Bulbuslängen vor und nach der Operation erfaßt, sowie die Differenzen zwischen den Bulbuslängen und die Differenzen zwischen den Refraktionen (sphärisches Äquivalent) berechnet.

Die ophthalmologische Untersuchung der Patienten begann mit einer einseitig durchgeführten Visusbestimmung. Im ersten Lebensjahr bestimmte man den Visus mit Hilfe der Gittersehschärfe (Teller-acuity-card-Test, TAC-Test), diese Daten wurden jedoch nicht in der Studie ausgewertet. Je nach Alter wurde bei Kleinkindern die Sehschärfe mit dem Sheridan Gardiner-Test (SGT, Einzel-Optotypen-Test), dem E-Haken-Test oder der Snellen Skala geprüft. Diese Visusergebnisse teilten wir für die statistische Berechnung in drei Stufen ein. Einen Visus von 0,5 und höher definierten wir als gut; einen Visus größer 0,2 und kleiner 0,5 bezeichneten wir als mittel; bei einem Wert von 0,2 oder kleiner legten wir den Visus mit schlecht fest.

Als weitere Untersuchung führte man eine Refraktionsmessung durch, sie stellt die Gesamtbrechkraft des Auges in Beziehung zur Achsenlänge dar und wurde bei den Kindern mittels der objektiven Methode durch Skiaskopie geprüft. Die Skiaskopie wurde unter Zykloplegie durchgeführt, d.h. durch Tropfung der Augen wurden die Pupillen erweitert (Mischtropfen Mydriaticum R, 0,5% Cycloplegil, 5% Neosynephrin). Es wurde 2 mal getropft im Intervall von 10 Minuten, die Skiaskopie wurde danach im Abstand von 20 Minuten durchgeführt. Mit Lichtschattenbewegungen, die durch Schwenken des Skiaskops in der Pupillarebene entstehen, bestimmte der Augenarzt den Fernpunkt des Auges. Bei jeder Untersuchung der Patienten wurde eine Skiaskopie durchgeführt und aus den Skiaskopiewerten das sphärische Äquivalent berechnet ($1/2$ zylindrischen Wert + sphärischen Wert).

Die Bulbuslängenmessungen (Biometrie) erfolgten mittels Ultraschall an jeweils beiden Augen der Patienten, bei einseitiger Erkrankung zeichnete man also jeweils auch die Achsenlänge des Partnerauges auf. Bei der biometri-

schen Messung wurde das Amplituden Echo (Echo A) aufgezeichnet, wozu man einen einen 10 mega Hz Biometrie Schallkopf mit einem Fixationslicht (bis zum Sommer 1997 wurde ein Digital 2000 von Alcon verwendet, später I3, Innovative Imaging Incoyaring) verwendete. Bei Problemen im vorderen Abschnitt des Auges, d.h. wenn die Linse nicht beurteilbar war, kam ein 20 mega Hz Schallkopf zur Verwendung. Die Patienten wurden durch eine Tropfanästhesie mit Propylakain 0,5% auf die Messung vorbereitet und waren während der Behandlung wach. Man führte die Messungen unter Berücksichtigung der akustischen Teilstrecken durch und nahm jeweils mehrere Messungen pro Patient, wodurch über die Wahl der besten Ergebnisse eine Messgenauigkeit von 0,1 mm erreicht werden konnte. Gemessen wurde von der Hornhautoberfläche bis zur membrana limitans interna, die die Trennung der Retina zum Glaskörper darstellt. Die Schallgeschwindigkeit wurde danach adaptiert, ob der Patient eine IOL hatte oder eine Kontaktlinse trug. Bei Augen mit IOL erhöhte man die Schallgeschwindigkeit etwas gegenüber den gesunden, bzw. mit Kontaktlinsen versorgten Augen. Im Schnitt wurden bei jedem Patienten 2,3 Bulbuslängenmessungen in einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 3 Jahren und 1 Monat durchgeführt.

Die Tabellen 2 und 3 geben einen Überblick der auszuwertenden Daten, in einseitige und beidseitige Katarakte unterteilt.

Tab. 2 Allgemeine Patientendaten der einseitigen Katarakte
N=30 Patienten; 30 Augen (*OP=Operation; **BLM=Bulbuslängenmessung)

Patienten Numer	Auge 1=rechts 2=links	Alter bei der OP* in Monaten	Mi=mittel- gradiger Mikroph- thalmus	Zeitabstand zu OP* in Monaten	Diagnose Katarakt 0=gesund 1=kongenital 2=entwick- lungsbeding 3=traumatisch	Zustand Auge 1=Aphakie 2=Pseudophakie 3=Phakie	Lateralität 0=gesund 1=einseitig 2=beidseitig	Sehschärfe 1=gut 2=mittel 3=schlecht	BLM** prä OP*	BLM** post OP*	Δ prä OP* post OP* BLM**	Δ prä OP* post OP* Refraktion
75	2	11	Mi	51	1	1	1	3	19,79	20,07	0,28	3,55
75	1	,	-	51	0	3	0	1	19,87	21,40	1,53	-0,75
71	1	7	Mi	53	1	1	1	3	17,65	19,18	1,53	-4,00
71	2	,	-	53	0	3	0	1	,	,	,	,
82	2	7	-	48	1	1	1	1	21,40	24,12	3,08	-6,50
82	1	,	-	48	0	3	0	1	19,85	23,25	3,40	-1,75
66	2	46	Mi	33	1	1	1	3	18,65	20,95	2,30	,
66	1	,	-	33	0	3	0	1	20,37	21,11	0,74	,
91	1	0	Mi	18	1	1	1	3	19,80	22,22	2,42	-4,75
91	2	,	-	18	0	3	0	1	17,21	20,92	3,71	-0,75
90	1	8	-	37	1	1	1	2	19,33	20,68	1,35	-1,50
90	2	,	-	37	0	3	0	1	20,24	22,02	1,78	1,00
98	2	8	-	18	1	1	1	3	19,31	20,65	1,34	-4,75
98	1	,	-	18	0	3	0	1	19,65	21,65	2,00	-3,00
67	2	4	Mi	78	1	1	1	3	17,41	22,00	4,95	-6,75
67	1	,	-	78	0	3	0	1	18,18	22,40	4,22	-4,50
2	1	3	-	80	1	1	1	3	18,57	21,73	4,30	-11,00
2	2	,	-	80	0	3	0	0	19,59	23,68	4,03	0,00
78	1	4	-	63	1	1	1	3	16,07	21,10	3,16	-7,00
78	2	,	-	63	0	3	0	0	18,87	22,90	4,09	0,00
57	2	39	-	58	1	2	1	3	23,76	25,06	1,84	-5,50
57	1	,	-	58	0	3	0	1	21,96	24,30	2,34	-0,50
40	1	74	-	18	1	2	1	3	21,72	21,29	0,00	0,75
40	2	,	-	18	0	3	0	1	22,12	22,11	0,00	-0,50
15	2	121	-	22	1	2	1	1	25,06	24,11	0,00	-0,25
15	1	,	-	22	0	3	0	1	24,68	24,68	0,00	-1,00
51	1	87	-	20	1	2	1	3	19,96	21,99	2,03	2,00
51	2	,	-	20	0	3	0	1	21,57	21,98	0,41	-0,25
44	2	79	-	22	1	2	1	3	23,25	24,92	1,67	-2,75
44	1	,	-	22	0	3	0	1	23,80	24,80	1,00	-0,75
83	2	49	-	25	2	2	1	1	21,84	22,18	0,34	-0,50
83	1	,	-	25	0	3	0	1	22,49	23,41	0,92	-0,75
55	2	36	-	54	2	2	1	3	21,20	25,34	4,14	-5,50
55	1	,	-	54	0	3	0	1	21,10	23,77	2,67	-1,75
18	1	52	-	75	3	1	1	1	21,14	22,08	0,94	-1,00
18	2	,	-	75	0	3	0	1	21,42	22,59	1,17	0,00
12	2	115	-	43	3	2	1	1	22,44	23,98	1,54	2,50
12	1	,	-	43	0	3	0	1	22,48	22,95	0,47	0,00
23	1	89	-	36	3	2	1	2	21,56	24,04	2,48	-6,00
23	2	,	-	36	0	3	0	1	23,44	23,71	0,27	0,00
45	2	66	-	22	3	2	1	1	22,14	23,66	1,52	-0,50
45	1	,	-	22	0	3	0	1	21,48	22,77	1,30	-0,50
16	1	109	-	28	3	2	1	1	22,97	22,92	0,00	0,25
16	2	,	-	28	0	3	0	1	22,95	23,55	0,60	-1,00
26	2	105	-	31	3	2	1	1	22,45	23,66	1,21	-2,00
26	1	,	-	31	0	3	0	1	22,86	23,53	0,67	0,00
62	2	45	-	44	3	2	1	1	21,17	21,99	0,82	-1,50
62	1	,	-	44	0	3	0	1	21,46	22,32	0,86	0,25
54	2	40	-	46	3	2	1	1	23,35	24,62	1,27	-5,50
54	1	,	-	46	0	3	0	1	23,53	24,64	1,11	-1,25
63	2	70	-	18	3	2	1	1	21,50	22,10	0,60	-3,50
63	1	,	-	18	0	3	0	1	21,69	22,10	0,41	1,50
72	2	40	-	31	3	2	1	3	21,03	28,75	7,45	-8,75
72	1	,	-	31	0	3	0	1	22,15	22,85	0,70	0,75
42	2	94	-	26	3	2	1	1	21,24	22,08	0,74	-4,50
42	1	,	-	26	0	3	0	1	21,34	21,74	0,40	-1,00
50	1	67	-	34	3	2	1	2	22,64	23,57	0,93	0,50
50	2	,	-	34	0	3	0	1	23,22	23,76	0,54	1,00
61	1	48	-	49	3	2	1	1	21,75	21,75	0,44	-3,75
61	2	,	-	49	0	3	0	1	23,05	23,05	1,22	-0,50

Tab. 3 Allgemeine Patientendaten der beidseitigen Katarakte
N=14 Patienten; 28 Augen (*OP=Operation; **BLM=Bulbuslängenmessung)

Patienten Nummer	Auge 1=rechts 2=links	Alter bei der OP* in Monaten	Mi=mittel- gradiger Mikroph- thalmus	Zeitabstand zu OP* in Monaten	Diagnose Katarakt 0=gesund 1=kongenital 2=entwick- lungsbedingt 3=traumatisch	Zustand Auge 1=Aphakie 2=Pseudophakie 3=Phakie	Lateralität 0=gesund 1=einseitig 2=beidseitig	Sehschärfe 1=gut 2=mittel 3=schlecht	BLM** prä OP*	BLM** post OP*	Δ prä OP* post OP* BLM**	Δ prä OP* post OP* Refraktion
73	1	3	Mi	61	1	1	2	1	17,10	21,32	4,22	0,00
73	2	3	Mi	61	1	1	2	1	16,22	21,29	5,07	-1,00
31	1	61	-	62	1	1	2	1	23,28	24,27	0,33	-1,50
31	2	61	-	62	1	1	2	2	23,58	24,05	0,22	-2,50
58	2	43	-	38	1	1	2	1	22,77	23,46	0,69	-2,00
58	1	43	-	38	1	1	2	1	22,45	23,06	0,61	-6,00
88	1	2	Mi	28	1	1	2	1	17,19	22,75	5,56	-7,00
88	2	2	Mi	28	1	1	2	2	17,13	22,63	5,50	-6,50
94	1	8	Mi	19	1	1	2	1	17,35	19,06	1,71	-4,00
94	2	9	Mi	19	1	1	2	3	17,85	19,18	1,33	-1,50
86	2	6	-	32	1	1	2	3	20,20	24,89	4,61	-1,75
86	1	20	-	32	1	1	2	3	20,52	25,08	4,74	-2,00
92	1	6	Mi	13	1	1	2	1	18,41	20,29	1,88	-1,75
92	2	13	Mi	26	1	1	2	1	18,42	20,63	2,21	-6,00
47	2	38	-	26	2	1	2	1	21,58	21,71	0,13	-1,25
47	1	51	-	,	2	2	2	2	,	,	,	,
19	1	124	-	33	2	2	2	1	26,62	29,00	2,38	-1,50
19	2	124	-	33	2	2	2	1	25,07	26,50	1,43	0,00
33	1	76	-	45	2	2	2	1	21,26	21,81	0,55	0,50
33	2	79	-	45	2	2	2	1	21,13	21,78	0,65	0,00
60	1	35	-	46	2	2	2	1	21,37	22,10	0,73	-1,00
60	2	35	-	46	2	2	2	1	20,91	21,08	0,80	-2,25
8	2	120	-	43	2	2	2	1	23,34	22,90	0,00	-0,50
8	1	151	-	0	2	2	2	1	23,92	24,37	0,00	-0,50
6	2	93	-	77	2	2	2	1	20,94	21,16	0,22	1,00
6	1	172	-	0	2	2	2	1	20,91	20,87	0,00	-1,50
48	1	87	-	27	2	2	2	1	22,50	23,52	1,02	-1,00
48	2	88	-	27	2	2	2	3	22,39	23,57	1,18	-3,00

3.2.2 Statistische Auswertung

Verglichen wurde das Wachstum der Augen jeweils in Bezug auf die gestellte Diagnose vor der Operation und der Art der Behandlung, also ob nach der Entfernung der erkrankten Linse die Brechkraft der Augen mit Kontaktlinse oder Brille korrigiert wurde (Aphakie) oder ob man eine IOL verwendete (Pseudophakie). Weiterhin wurde nach einseitiger (unilateraler) und beidseitiger (bilateraler) Erkrankung sowie Altersklassen unterschieden. Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich von 18 Monaten bis 6 Jahren und 8 Monaten, mit im Durchschnitt 3 Jahren und 1 Monat.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem U-Test nach Mann und Whitney unter Anwendung des Programmes SPSS 8.01. für Windows 95. Der U-Test wird genutzt, um zwei unabhängige Stichproben zu vergleichen, die aus Grundgesamtheiten mit ähnlichen Verteilungsformen stammen. In unserer Studie entsprachen die zu vergleichenden Stichproben den Bulbuslängen der Augen von Kindern, die an verschiedenen Arten einer Katarakt erkrankt waren und unterschiedlich behandelt wurden. Bei dem U-Test, der einem Rangsummentest entspricht, werden die erhaltenen Werte der zwei Stichproben ihrer Größe nach angeordnet und erhalten Rangplätze, die zu einer Rangsumme addiert werden. Eine Unterscheidung der Rangsummen ist zu erwarten, wenn eine Stichprobe im Durchschnitt geringere Werte aufweist als die andere Stichprobe. Die Testgröße U wird anhand einer Formel berechnet, die u.a. die Rangsummen der zu vergleichenden Stichproben enthält. Die Stichprobe mit dem kleinerem Wert U stellt dann die Testgröße U dar. (Sachs, Lothar, Angewandte Statistik-Anwendung statistischer Methoden, Berlin/Heidelberg 1992, S.380ff)

4 ERGEBNISSE

4.1 Allgemeine Daten

Von den 44 Patienten (58 Augen) unserer Studie waren 25 männlichen und 19 weiblichen Geschlechts, wobei sich nur in der Gruppe der entwicklungsbedingten Katarakte die Zahl der Jungen und Mädchen stärker unterschied (7 Jungen, 2 Mädchen).

In der Gruppe der kongenitalen Katarakte war das jüngste Kind im Alter von 1 Woche operiert worden, das Älteste war 10 Jahre alt. Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 2 Jahre und 5 Monate (Abb. 3). Die Staffelung in der Gruppe der entwicklungsbedingten Katarakte reichte von ca. 3 bis 14 Jahren, das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 6 Jahre und 11 Monate (Abb.4). Die traumatischen Katarakten wurde im Durchschnitt mit 6 Jahren und 3 Monaten operiert, das Alter zum Zeitpunkt der Operation reichte von 3 Jahren und 4 Monaten bis 9 Jahren (Abb. 5). Das Durchschnittsalter der gesamten Gruppe bei der Operation lag bei 4 Jahren und 6 Monaten (Abb.6).

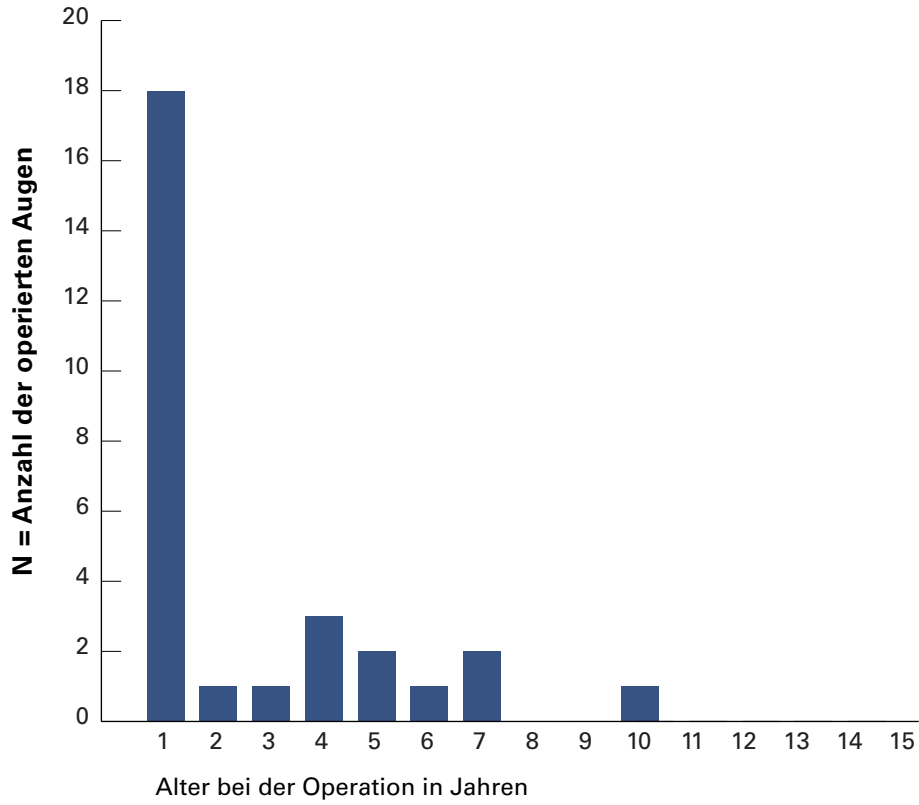


Abb. 3 Verteilung des Alters bei der Operation der 29 Augen mit kongenitaler Katarakt

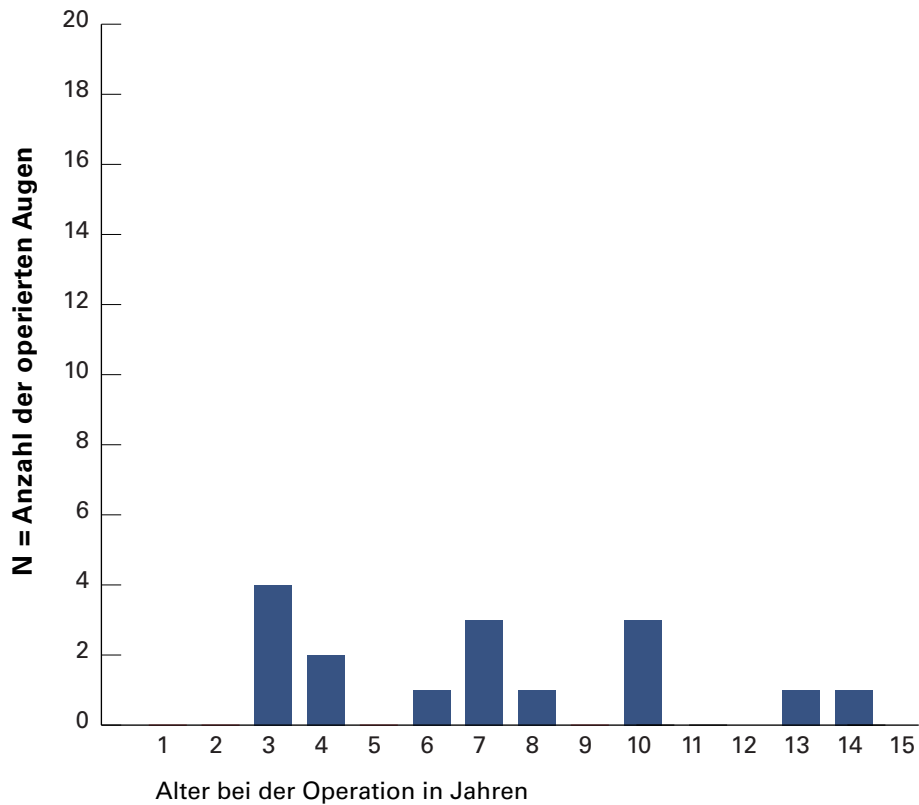


Abb. 4 Verteilung des Alters bei der Operation der 16 Augen mit entwicklungsbedingter Katarakt

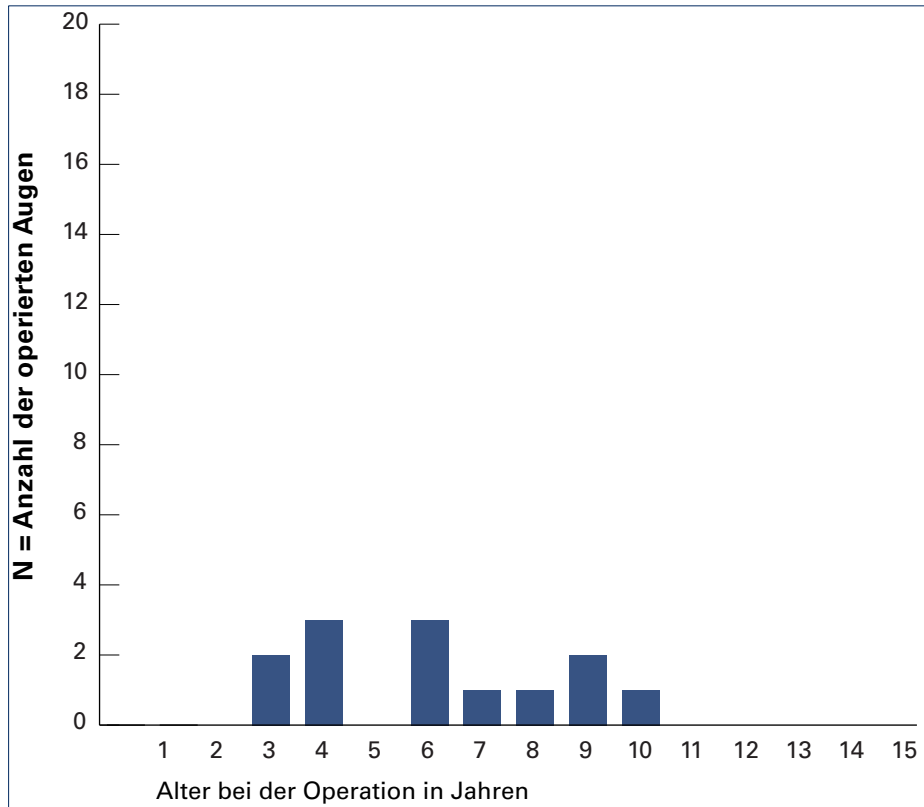


Abb. 5 Verteilung des Alters bei der Operation der 13 Augen mit traumatischer Katarakt

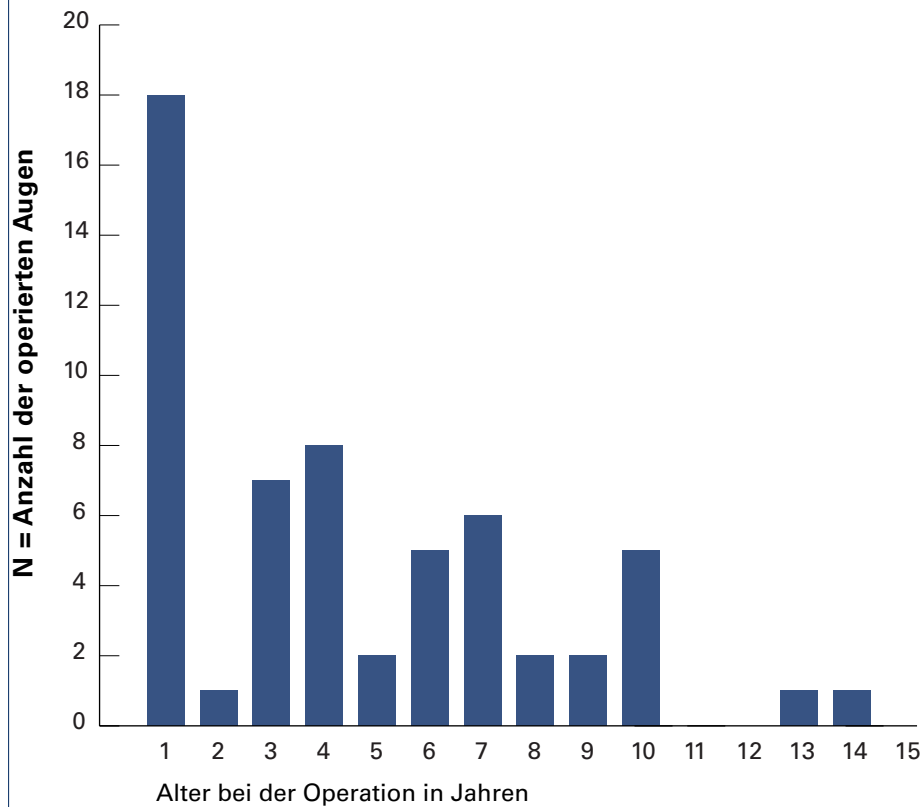
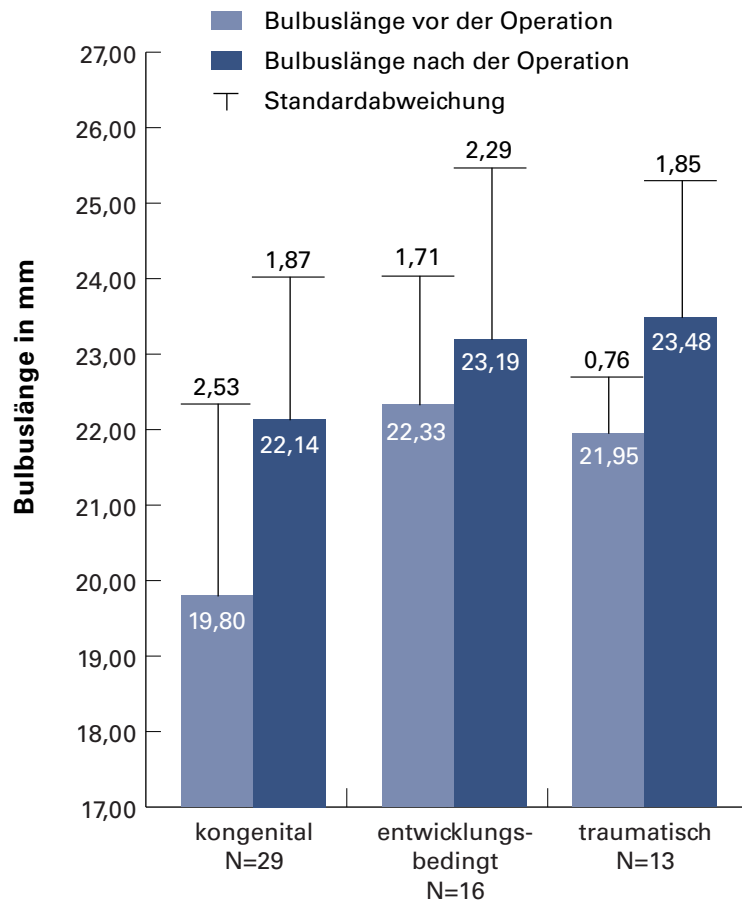


Abb. 6 Verteilung des Alters bei der Operation aller 58 Augen mit Katarakt

4.2 Bulbuslängenmessung

Bei jedem Patienten wurden im Durchschnitt 2,3 Bulbuslängenmessungen durchgeführt. In die Kalkulation wurde die erste und letzte Messung der Bulbuslänge einbezogen. Die erste Messung erfolgte in der Regel 1-2 Tage vor der Operation, die letzte Messung hatte im Mittel einen Abstand von 3 Jahren und 1 Monat zur Operation. Der Beobachtungszeitraum reichte von 18 Monaten bis 6 Jahren und 8 Monaten.

In der Gruppe der kongenitalen Katarakte lagen die präoperativen Werte zwischen 16,07 und 25,06 mm mit einem Durchschnitt von 19,8 mm. Die letzte Messung nach der Operation ergab im Durchschnitt eine Länge von 22,14 mm mit einem geringsten Wert von 19,06 mm und einem höchsten Wert von 25,08 mm (Abb. 7). Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 2,34 mm. Bei den entwicklungsbedingten Katarakten ergaben die Bulbuslängenmessungen Werte zwischen 20,90 und 26,62 mm vor der Operation mit einem Durchschnitt von 22,33 mm. Nach der Operation wurden Werte zwischen 20,87 und 29,00 mm gemessen mit einem Durchschnitt von 23,19 mm (Abb. 7). Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 0,86 mm. Die Bulbuslängen der traumatischen Katarakte vor der Operation lagen zwischen 21,03 und 23,35 mm mit einem Durchschnitt von 21,95 mm. Nach der Operation maß man zwischen 21,75 und 28,75 mm mit einem Durchschnitt von 23,48 mm (Abb. 7). Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 1,53 mm. Im gesamten Kollektiv reichten die Werte vor der Operation von 16,07 bis 26,62 mm mit 21,13 mm im Durchschnitt. Nach der Operation maß man im Mittel 22,77 mm mit Werten zwischen 19,06 und 29,00 mm.



**Abb. 7 Mittelwerte der Bulbuslängen von an kongenitaler, entwicklungsbedingter und traumatischer Katarakt erkrankten Augen mit Standardabweichung
N= Anzahl der Augen**

4.3 Beobachtungsdauer

Wir legten den zeitlichen Mindestabstand der Bulbuslängenmessung zur Operation mit 18 Monaten fest. Der Beobachtungszeitraum reichte von 18 Monaten bis zu 6 Jahren und 8 Monaten. Im Durchschnitt wurde die letzte Bulbuslängenmessung in einem Abstand von 3 Jahren und 1 Monat zur Operation durchgeführt (Abb. 8).

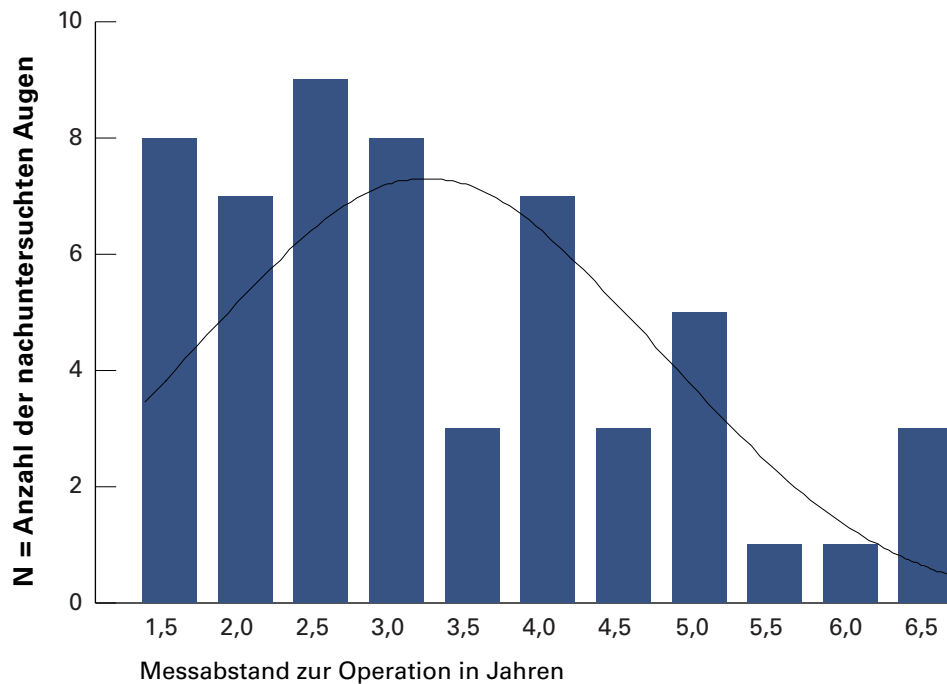


Abb. 8 Verteilung des Abstandes der Messung von Bulbuslänge und Refraktion zur Operation

4.4 Differenz zwischen der präoperativen und der letzten postoperativen Bulbuslängenmessung unterschieden nach den Katarakttypen.

Die folgende Abbildung (Abb. 9) stellt das durchschnittliche Wachstum der Augen zwischen der letzten Messung vor der Operation und der letzten Messung nach der Operation dar. Dieser Beobachtungszeitraum betrug im Mittel 3 Jahre und 1 Monat. Die großen Balken werden vom ersten und vierten Quartil begrenzt, sie sind also die in ihren Werten am engsten zusammenliegenden 50% der Messungen. Die senkrechten Linien stellen mit ihren Endpunkten die niedrigsten und höchsten Messungen dar. Die mit Stern oder Kreis gekennzeichneten Zahlen sind Extremwerte weit außerhalb der berechneten Mittelwerte. Innerhalb des großen Balkens befindet sich eine Querlinie. Sie stellt den jeweiligen Mittelwert innerhalb der Messungen dar, die im Balkenbereich liegen.

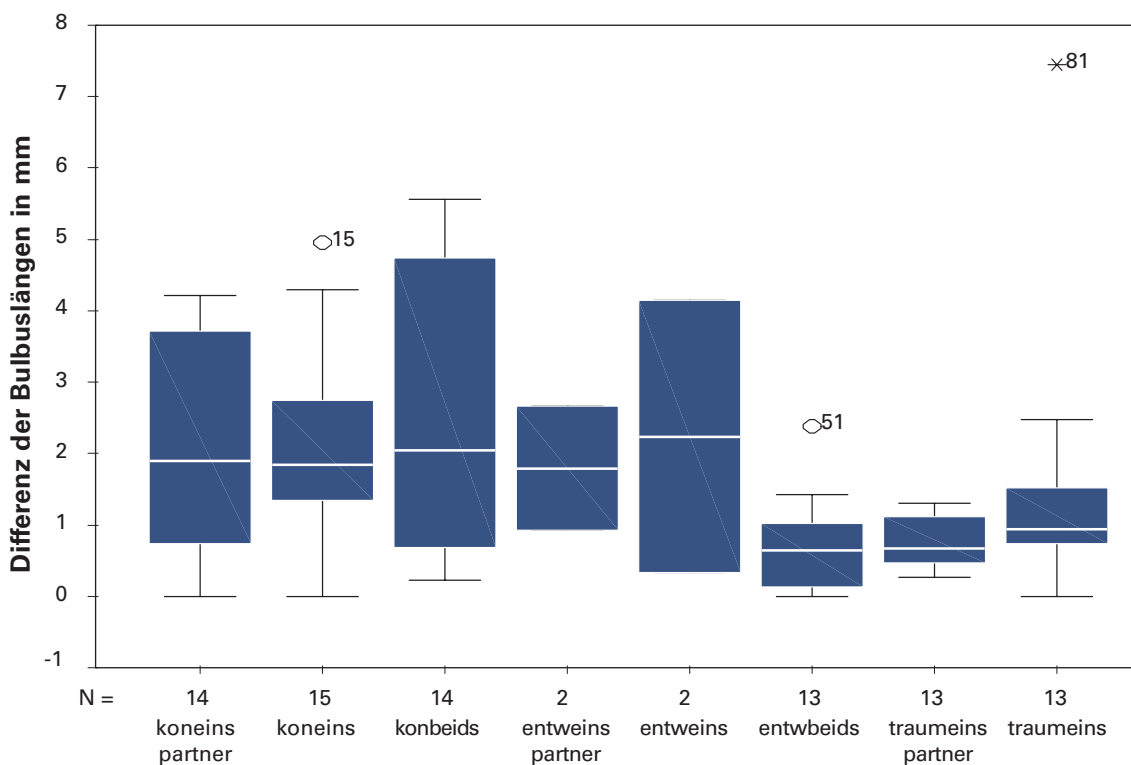


Abb.9 Durchschnittliches Wachstum der Augen im Beobachtungszeitraum mit Standardabweichung; N= Anzahl der Augen

koneinspartner	=gesundes Partnerauge bei einseitig kongenitaler Katarakt
koneins	=erkranktes Auge bei einseitig kongenitaler Katarakt
konbeids	=beidseitig kongenitale Katarakt
entweinspartner	=gesundes Partnerauge bei einseitig entwicklungsbedingter Katarakt
entweins	=erkranktes Auge bei einseitig entwicklungsbedingter Katarakt
entwbeids	=beidseitig entwicklungsbedingte Katarakt
traumeinspartner	=gesundes Partnerauge bei traumatischer Katarakt
traumeins	=erkranktes Auge bei traumatischer Katarakt

4.5 Ergebnisse spezielle Gruppen

4.5.1 Gruppe der Augen, die vor der Operation einen Augapfel mit einer Länge von über 16 mm und unter 19,9 mm aufwiesen und nach der Geburt einen Hornhautdurchmesser unter 10 mm hatten.

Einen Augapfel mit einer Länge zwischen 16 und 19,9 mm vor der Operation und einem Hornhautdurchmesser unter 10 mm bei der Geburt definierten wir als mittelgradigen Mikrophthalmus. Bei den ausgewerteten 9 Patienten mit insgesamt 13 operierten Augen, die an kongenitaler Katarakt und mittelgradigem Mikrophthalmus erkrankt waren, lagen die Bulbuslängen vor der Operation zwischen 16,22 und 19,80 mm mit einer mittleren Länge von 17,92 mm. Im Abstand von durchschnittlich 3 Jahren und 1 Monat zur Operation maß man Werte zwischen 19,06 und 22,75 mm mit im Mittel 20,89 mm. Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 2,97 mm. Im Vergleich dazu veränderten sich die 16 Augen mit kongenitaler Katarakt ohne Mikrophthalmus in einem durchschnittlichem Zeitraum von 3 Jahren und 4 Monaten in ihrer Länge von 21,33 auf 23,15 mm. Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 1,82 mm. In der Tabelle 4 sind die Daten der 9 Patienten mit ihren 13 mittelgradigen mikrophthalmischen Augen aufgeführt. Die Abbildung 10 stellt den Unterschied im Längenwachstum zwischen den 16 an kongenitaler Katarakt erkrankten nicht mikrophthalmischen Augen und den 13 kongenital mikrophthalmischen Augen dar.

Tab. 4: Gruppe der Augen, die vor der Operation einen Augapfel mit einer Länge von über 16mm und unter 19,9mm aufwiesen und nach der Geburt einen Hornhautdurchmesser unter 10mm hatten N=9 Patienten; 13 Augen (*OP=Operation; **BLM=Bulbuslängenmessung)

Patienten Nummer	Auge =rechts 2=links	Alter bei der OP* in Monaten	Diagnose Katarakt 0=gesund 1=kongenital 2=entwicklungsbedingt 3=traumatisch	Zustand Auge nach OP* 1=Aphakie 2=Pseudophakie 3=Phakie	Lateralität 0=gesund 1=einseitig 2=beidseitig	Sehschärfe 1=gut 2=mittel 3=schlecht	BLM** prä OP*	BLM** post OP*	Δ prä OP* post OP* BLM**	Δ prä OP* post OP* Refraktion
75	2	11	1	1	1	3	19,79	20,07	0,28	3,55
71	1	7	1	1	1	3	17,65	19,18	1,53	-4,00
66	2	46	1	1	1	3	18,65	20,95	2,30	-
91	1	0	1	1	1	3	19,80	22,22	2,42	-4,75
67	2	4	1	1	1	3	17,41	22,00	4,95	-6,75
73	1	3	1	1	2	1	17,10	21,32	4,22	0,00
73	2	3	1	1	2	1	16,22	21,29	5,07	-1,00
88	1	2	1	1	2	1	17,19	22,75	5,56	-7,00
88	2	2	1	1	2	2	17,13	22,63	5,50	-6,50
94	1	8	1	1	2	1	17,35	19,06	1,71	-4,00
94	2	9	1	1	2	3	17,85	19,18	1,33	-1,50
92	1	6	1	1	2	1	18,41	20,29	1,88	-1,75
92	2	13	1	1	2	1	18,42	20,63	2,21	-6,00

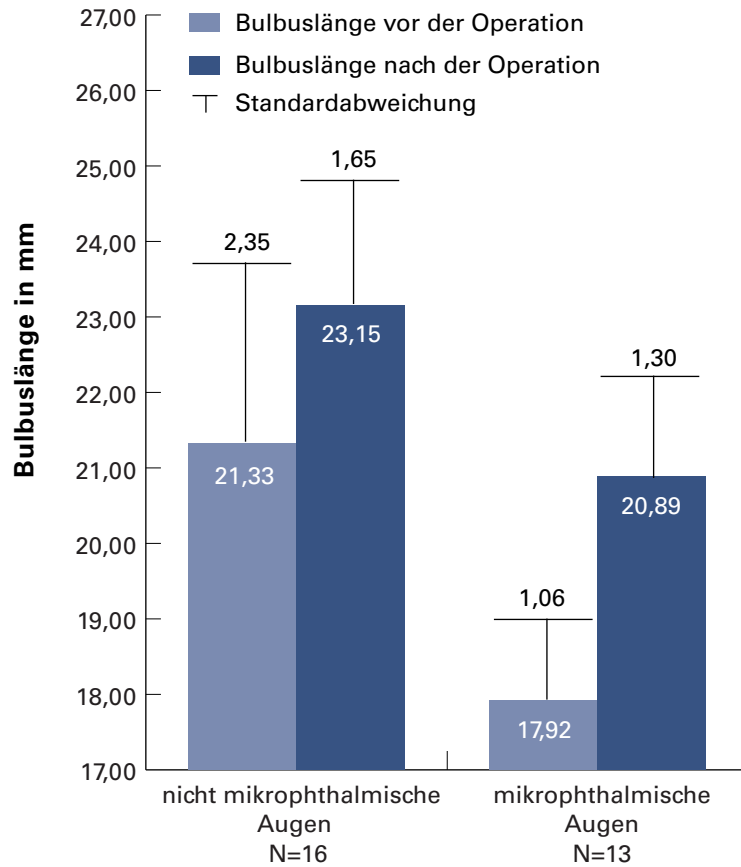


Abb. 10 Mittelwerte der Bulbuslängen von an einer Katarakt erkrankten kongenital nicht mikrophthalmischen und kongenital mikrophthalmischen Augen mit Standardabweichung N= Anzahl der Augen

4.5.2 Gruppe der Augen, die zum Zeitpunkt der letzten Bulbuslängenmessung postoperativ eine Refraktion von $-2,5$ Dioptrien oder niedriger aufwiesen.

Als kurzsichtig bezeichneten wir alle Augen, die postoperativ zum Zeitpunkt der letzten Bulbuslängenmessung eine Refraktion von $-2,5$ Dptr. oder niedriger aufwiesen. Diese Definition traf auf 13 Patienten mit 17 erkrankten Augen zu. Bei diesen Patienten ergaben die Bulbuslängenmessungen vor der Operation Werte zwischen 20,91 und 26,62 mm mit im Durchschnitt 22,38 mm. Nach der Operation wurde in einem Abstand von durchschnittlich 3 Jahren und 2 Monaten Werte zwischen 21,08 und 29,00 mm gemessen mit einem Mittelwert von 24,13 mm. Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 1,75 mm. Zum Vergleich verwendeten wir die gesamte Gruppe der verbliebenen 41 Augen, deren letzten Bulbuslängen im durchschnittlichen Abstand von 3 Jahren und 1 Monat zur Operation aufgenommen wurden. Die Werte der Bulbuslängen lagen hier bei 20,35 mm vor und 22,12 mm nach der Operation. Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 1,77 mm. In der Tabelle 5 sind die Daten der 13 Patienten mit 17 erkrankten Augen, die nach der Kataraktoperation mit einer Refraktion von $-2,5$ Dptr. oder niedriger als kurzsichtig definiert wurden, aufgeführt. Die Abbildung 11 stellt den Unterschied im Längenwachstum der 41 an einer Katarakt erkrankten nicht kurzsichtigen und der 17 kurzsichtigen Augen dar.

**Tab. 5: Gruppe der Augen, die zum Zeitpunkt der letzten Bulbuslängenmessung postoperativ eine Refraktion von $-2,5$ Dioptrien oder niedriger aufwiesen
N=13 Patienten; 17 Augen** (*OP=Operation; **BLM=Bulbuslängenmessung)

Patienten Nummer	Auge =rechts 2=links	Alter bei der OP* in Monaten	Diagnose Katarakt 0=gesund 1=kongenital 2=entwicklungsbedingt 3=traumatisch	Zustand Auge nach OP* 1=Aphakie 2=Pseudophakie 3=Phakie	Lateralität 0=gesund 1=einseitig 2=beidseitig	Sehschärfe 1=gut 2=mittel 3=schlecht	BLM** prä OP*	BLM** post OP*	Refraktion post OP*	Δ prä OP* post OP* BLM**	Δ prä OP* post OP* Refraktion
57	2	39	1	2	1	3	23,76	25,06	-6,00	1,84	-5,50
44	2	79	1	2	1	3	23,25	24,92	-6,00	1,67	-2,75
55	2	36	2	2	1	3	21,20	25,34	-10,00	4,14	-5,50
19	1	124	2	2	2	1	26,62	29,00	-3,50	2,38	-1,50
19	2	124	2	2	2	1	25,07	26,50	-3,00	1,43	0,00
33	1	76	2	2	2	1	21,26	21,81	-2,50	0,55	0,50
33	2	79	2	2	2	1	21,13	21,78	-2,25	0,65	0,00
60	1	35	2	2	2	1	21,37	22,10	-2,25	0,73	-1,00
60	2	35	2	2	2	1	20,91	21,08	-3,25	0,80	-2,25
48	1	87	2	2	2	1	22,50	23,52	-2,50	1,02	-1,00
48	2	88	2	2	2	3	22,39	23,57	-2,60	1,18	-3,00
12	2	115	3	2	1	1	22,44	23,98	-3,00	1,54	2,50
23	1	89	3	2	1	2	21,56	24,04	-9,50	2,48	-6,00
62	2	45	3	2	1	1	21,17	21,99	-3,00	0,82	-1,50
54	2	40	3	2	1	1	23,35	24,62	-7,50	1,27	-5,50
63	2	70	3	2	1	1	21,50	22,10	-2,50	0,60	-3,50
72	2	40	3	2	1	3	21,03	28,75	-10,75	7,45	-8,75

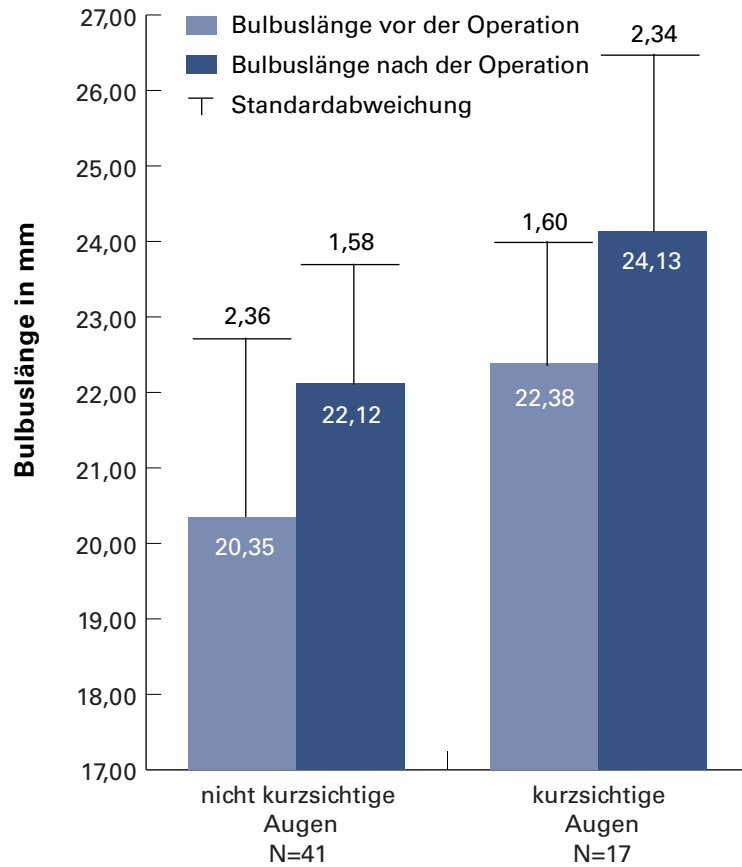


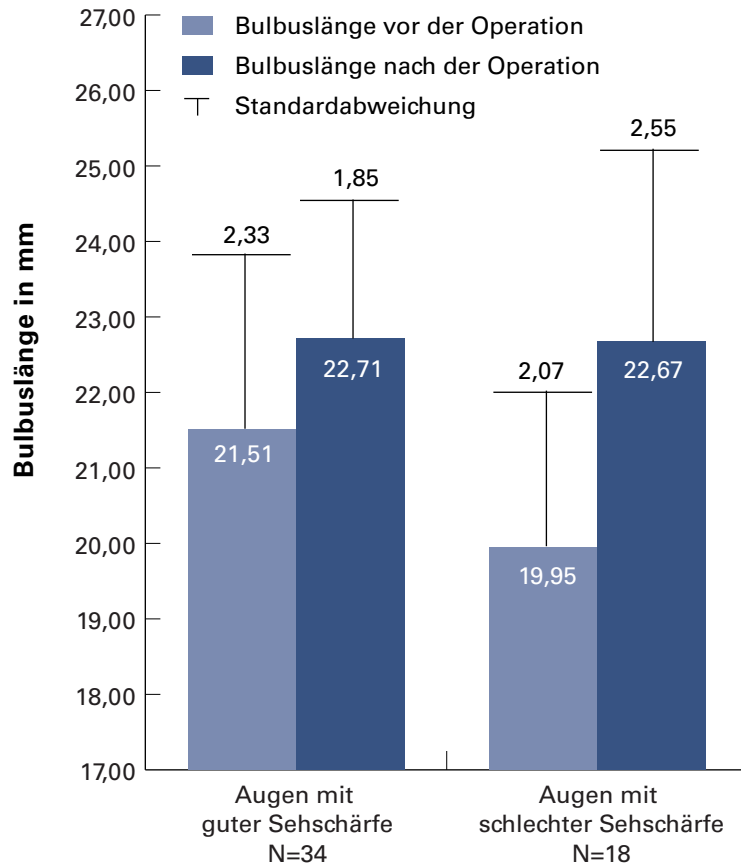
Abb. 11 Mittelwerte der Bulbuslängen von an einer Katarakt erkrankten nicht kurzsichtigen und kurzsichtigen Augen mit Standardabweichung N= Anzahl der Augen

4.5.3 Gruppe der Augen, die zum Zeitpunkt der letzten Bulbuslängenmessung postoperativ einen Visus von 0,2 oder niedriger aufwiesen.

Augen mit einem Visus nach der Operation von 0,2 oder darunter definierten wir als Augen mit schlechter Sehschärfe. Diese Definition traf auf 17 Patienten mit 18 erkrankten Augen zu. Bei den Bulbuslängenmessungen erhielten wir Werte zwischen 16,07 mm und 23,76 mm vor der Operation mit einem Durchschnitt von 19,95 mm, sowie nach der Operation im Abstand von durchschnittlich 3 Jahren und 4 Monaten Werte zwischen 19,18 mm und 28,75 mm, mit einem Mittel von 22,67 mm. Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 2,72 mm. Als Vergleichsgruppe zogen wir die 26 Patienten mit 34 Augen heran, die bei der letzten Bulbuslängenmessung im Abstand von durchschnittlich 3 Jahren und 7 Monaten zur Operation einen postoperativen Visus von 0,5 und besser zeigten. Bei den Bulbuslängenmessungen ergaben sich in der Gruppe der Augen mit guter Sehschärfe durchschnittliche Werte von 21,51 mm vor der Operation und 22,71 mm nach der Operation. Die Differenz zwischen den Durchschnittslängen betrug 1,20 mm. In der Tabelle 6 sind die Daten der 17 Patienten mit 18 Augen aufgeführt, die eine schlechte Sehschärfe aufwiesen. Die Abbildung 12 stellt den Unterschied im Längenwachstum der 34 Augen mit guter und der 18 Augen mit schlechter Sehschärfe dar.

Tab. 6: Gruppe der Augen, die zum Zeitpunkt der letzten Bulbuslängenmessung postoperativ einen Visus von 0,2 oder niedriger aufwiesen aufwiesen
N=17 Patienten; 18 Augen (*OP=Operation; **BLM=Bulbuslängenmessung)

Patienten Nummer	Auge =rechts 2=links	Alter bei der OP* in Monaten	Diagnose Katarakt 0=gesund 1=kongenital 2=entwicklungsbedingt 3=traumatisch	Zustand Auge nach OP* 1=Aphakie 2=Pseudophakie 3=Phakie	Lateralität 0=gesund 1=einseitig 2=beidseitig	Sehschärfe 1=gut 2=mittel 3=schlecht	BLM** prä OP*	BLM** post OP*	Δ prä OP* post OP* BLM**	Δ prä OP* post OP* Refraktion
75	2	11	1	1	1	3	19,79	20,07	0,28	3,55
71	1	7	1	1	1	3	17,65	19,18	1,53	-4,00
66	2	46	1	1	1	3	18,65	20,95	2,30	
91	1	0	1	1	1	3	19,80	22,22	2,42	-4,75
98	2	8	1	1	1	3	19,31	20,65	1,34	-4,75
67	2	4	1	1	1	3	17,41	22,00	4,95	-6,75
2	1	3	1	1	1	3	18,57	21,73	4,30	-11,00
78	1	4	1	1	1	3	16,07	21,10	3,16	-7,00
94	2	9	1	1	2	3	17,85	19,18	1,33	-1,50
86	2	6	1	1	2	3	20,20	24,89	4,61	-1,75
86	1	20	1	1	2	3	20,52	25,08	4,74	-2,00
57	2	39	1	2	1	3	23,76	25,06	1,84	-5,50
40	1	74	1	2	1	3	21,72	21,29	0,00	0,75
51	1	87	1	2	1	3	19,96	21,99	2,03	2,00
44	2	79	1	2	1	3	23,25	24,92	1,67	-2,75
55	2	36	2	2	1	3	21,20	25,34	4,14	-5,50
48	2	88	2	2	2	3	22,39	23,57	1,18	-3,00
72	2	40	3	2	1	3	21,03	28,75	7,45	-8,75



**Abb.12 Mittelwerte der Bulbuslängen von Augen mit guter und schlechter Sehschärfe mit Standardabweichung
N= Anzahl der Augen**

4.6 Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung verwendeten wir den U-Test nach Mann und Whitney, die Berechnungen erfolgten durch das Statistikprogramm SPSS 8.01. für Windows. Die Irrtumswahrscheinlichkeit legten wir mit $p < 0,05$ fest. Der Test wurde angewendet, um die Entwicklung der Bulbuslängen und der Refraktionen bei den unterschiedlich behandelten Augen mit unterschiedlichen Katarakttypen zu vergleichen.

Bei dem Vergleich der kongenital einseitig aphaken Augen (10 Augen) und der phaken Partneraugen (10 Augen) zeigte das Ergebnis $p = 0,549$ für die Differenz zwischen den Bulbuslängen keine Signifikanz, d.h. die Augen waren während des Beobachtungszeitraumes nicht signifikant unterschiedlich gewachsen. Der Refraktionsunterschied lag mit $p = 0,021$ im signifikanten Bereich, die Augen mit kongenitaler Katarakt entwickelten sich also eher in Richtung Myopie als ihre phaken Partneraugen.

Die kongenital einseitig aphaken Augen (10 Augen) erreichten im Vergleich zu den kongenital beidseitig aphaken Augen (14 Augen) mit $p = 0,931$ ebenfalls keine signifikanten Unterschiede im Längenwachstum. Ebenso keine Signifikanz ergab der Refraktionsvergleich der beiden Gruppen ($p = 0,159$).

Außerdem untersuchten wir die Unterschiede im Wachstum der kongenital einseitig aphaken Augen (10 Augen) und der kongenital einseitig pseudophaken Augen (5 Augen). Mit $p = 0,129$ bei der Bulbuslänge und $p = 0,112$ bei der Refraktion waren die Ergebnisse nicht signifikant. Dies bedeutet ein gleichmäßiges Wachstum und ähnliche Refraktionsentwicklung in den beiden Gruppen.

Bei dem Vergleich der Bulbuslängen der kongenital beidseitig aphaken Augen (14 Augen) mit den entwicklungsbedingt beidseitig pseudophaken Augen (13 Augen) wiesen die an kongenitaler Katarakt erkrankten Augen ein signifikant höheres Wachstum auf, als die an entwicklungsbedingter Katarakt erkrankten Augen. Wir erhielten ein statistisch nachweisbaren Unterschied im Wachstum der Bulbi für unseren Beobachtungszeitraum mit einer Signifikanz von $p = 0,009$. An kongenitaler Katarakt erkrankte Augen wuchsen im Durchschnitt 2,76 mm und Augen mit entwicklungsbedingter Katarakt 0,75 mm. Ein Grund für das erhöhte Wachstum der kongenital aphaken Augen scheint das niedrigere Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Operation zu sein. Die Augen befanden sich im Stadium mit dem größten Wachstumsschub. Auch der Vergleich der Refraktion erwies sich mit $p = 0,004$ als signifikant, kongenital aphake Augen zeigten die weit höhere Veränderung der Brechkraft in Richtung Myopie als die entwicklungsbedingt pseudophaken Augen.

In einer weiteren Testreihe wurde die Gesamtgruppe der erkrankten Kinder in verschiedene Altersklassen unterteilt.

Bei Kindern im Alter unter 1 Jahr zum Zeitpunkt der Operation verglichen wir innerhalb der Gruppe der kongenital aphaken Augen die einseitig (9 Augen) und beidseitig (8 Augen) operierten Augen. Die Ergebnisse waren mit $p=0,167$ bei der Bulbuslänge und $p=0,236$ bei der Refraktion nicht signifikant.

In der gleichen Altersgruppe verglichen wir des weiteren die kongenital einseitig aphaken Augen mit den phaken Partneraugen (jeweils 9 Augen). Keine Signifikanz zeigten die Ergebnisse mit $p=0,321$ in Bezug auf die Bulbuslänge. Die Ergebnisse der Refraktionsvergleiche lagen mit $p=0,021$ im signifikanten Bereich, die aphaken Augen waren also stärker myopisch geworden.

Aphake Augen, der an einer kongenital beidseitigen Katarakt erkrankten Kinder (8 Augen), unterschieden sich im Vergleich zu den phaken Partneraugen (9 Augen) der einseitig erkrankten Kindern, wiederum in der Altersklasse 0-1 Jahr, bei der Bulbuslänge mit $p=0,279$ und bei der Refraktion mit $p=0,161$ nicht signifikant voneinander. Dies bedeutete für uns, dass bei den in dieser Gruppe vorhandenen kongenital aphaken Augen der Unterschied ob eine einseitige oder beidseitige Erkrankung vorlag keinen statistisch nachweisbaren Unterschied im Wachstum der Augen ausmachte. Auch im Vergleich zu den phaken Partneraugen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Bei den Kindern im Alter von 1-4 Jahren zum Zeitpunkt der Operation erhielten wir, im Vergleich der aphaken (6 Augen) und pseudophaken Augen (8 Augen) der gesamten an einer Katarakt erkrankten Gruppe (einseitig, beidseitig, kongenital, entwicklungsbedingte und traumatische Katarakte), hinsichtlich der Bulbuslänge mit $p=0,755$ und der Refraktion mit $p=0,943$ keine signifikanten Unterschiede. Die Art der Behandlung der erkrankten Augen (Kontaktlinse oder IOL) hatte bei den von uns nachuntersuchten Kindern keine signifikante Auswirkung auf das Wachstum und die Brechkraft der Augen.

Mit $p=0,209$ für die Bulbuslänge und $p=0,295$ für die Refraktion bei dem Vergleich der einseitig (7 Augen) mit den beidseitig (7 Augen) an einer Katarakt erkrankten Augen, wiederum der gesamten Gruppe und in der Alterseinstufung 1-4 Jahre, waren ebenfalls keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse errechnet worden. Auch die Lateralität (Vorliegen einer einseitigen oder beidseitigen Erkrankung) hatte also in dieser Altersklasse keinen statistischen Einfluß auf das Wachstum.

Bei Kindern im Alter über 4 Jahre bei der Operation führten wir weitere U-Tests durch. Der Vergleich zwischen den entwicklungsbedingt pseudopha-

ken Augen (12 Augen) einseitig und beidseitig erkrankt und den traumatisch pseudophaken Augen (8 Augen) ergab mit $p=0,152$ auf die Bulbuslänge bezogen und $p=0,545$ bezüglich der Refraktion keine signifikanten Unterschiede. Der unterschiedliche Katarakttyp veränderte das Wachstum der Augen hier nicht signifikant.

Auch bei den kongenitalen Augen (6 Augen) im Vergleich zu den traumatischen Augen (9 Augen), wieder nur bezüglich des Katarakttyps unterschieden, erhielten wir im Bereich der Bulbuslänge mit $p=0,388$ und bei der Refraktion mit $p=0,602$ ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. Dies bedeutete wiederum, dass bei diesen Patienten der Katarakttyp kein unterschiedliches Längenwachstum mit Signifikanz indizierte.

Außerdem verglichen wir die kongenital einseitig pseudophaken Augen (4 Augen) mit den entwicklungsbedingt einseitig und beidseitig pseudophaken Augen (12 Augen) bezüglich der Bulbuslänge und der Refraktion. Mit $p=0,949$ für die Bulbuslänge und $p=0,412$ für die Refraktion zeigten die Werte keine signifikanten Unterschiede.

In weiteren Untersuchungen wurden spezielle Gruppen verglichen. Der U-Test ergab bei der Unterscheidung kongenital mittelgradig mikrophthalmischer (13 Augen) und nicht mikrophthalmischer Augen (16 Augen) mit $p=0,065$ keinen signifikanten Unterschied bei der Entwicklung der Bulbuslängen und mit $p=0,871$ ebenfalls keinen signifikanten Unterschied bei der Entwicklung der Refraktionen.

Die Ergebnisse in der Gruppe der kurzsichtigen (17 Augen) und der nicht kurzsichtigen Augen (41 Augen) zeigten bei dem U-Test, die Bulbuslängen betreffend mit $p=0,625$ und bei den Refraktionen mit $p=0,872$, ebenso keine signifikanten Unterschiede.

Die Frage, ob Augen mit schlechter Sehschärfe (18 Augen) statistisch nachweisbar mehr wachsen und sich die Brechkraft anders entwickelt als bei Augen mit guter Sehschärfe (34 Augen), wollten wir mit unserem letzten U-Test beantworten. Wir definierten die Sehschärfe als gut bei einem Visus von 0,5 oder höher; lagen die Werte zwischen 0,2 und 0,5 bezeichneten wir sie als mittel; einen Visus mit 0,2 oder niedriger definierten wir als schlechte Sehschärfe.

Die 18 Augen mit schlechter Sehschärfe zeigten ein statistisch nachweisbar höheres Längenwachstum des Augapfels mit 2,72 mm im Durchschnitt als die 34 Augen mit guter Sehschärfe, die Werte um 1,2 mm aufwiesen. Der Vergleich ergab mit $p=0,002$ einen höchst signifikanten Unterschied. Auch bei der Refraktion zeigte der Vergleich in dieser Gruppe mit $p=0,033$ einen signifikanten Wert, der auf einen Schub in Richtung Myopie bei den Augen mit schlechter Sehschärfe hinweist.

Das folgende Streudiagramm stellt das Wachstum der Augen mit unterschiedlichen Sehschärfen dar (Abb. 13).

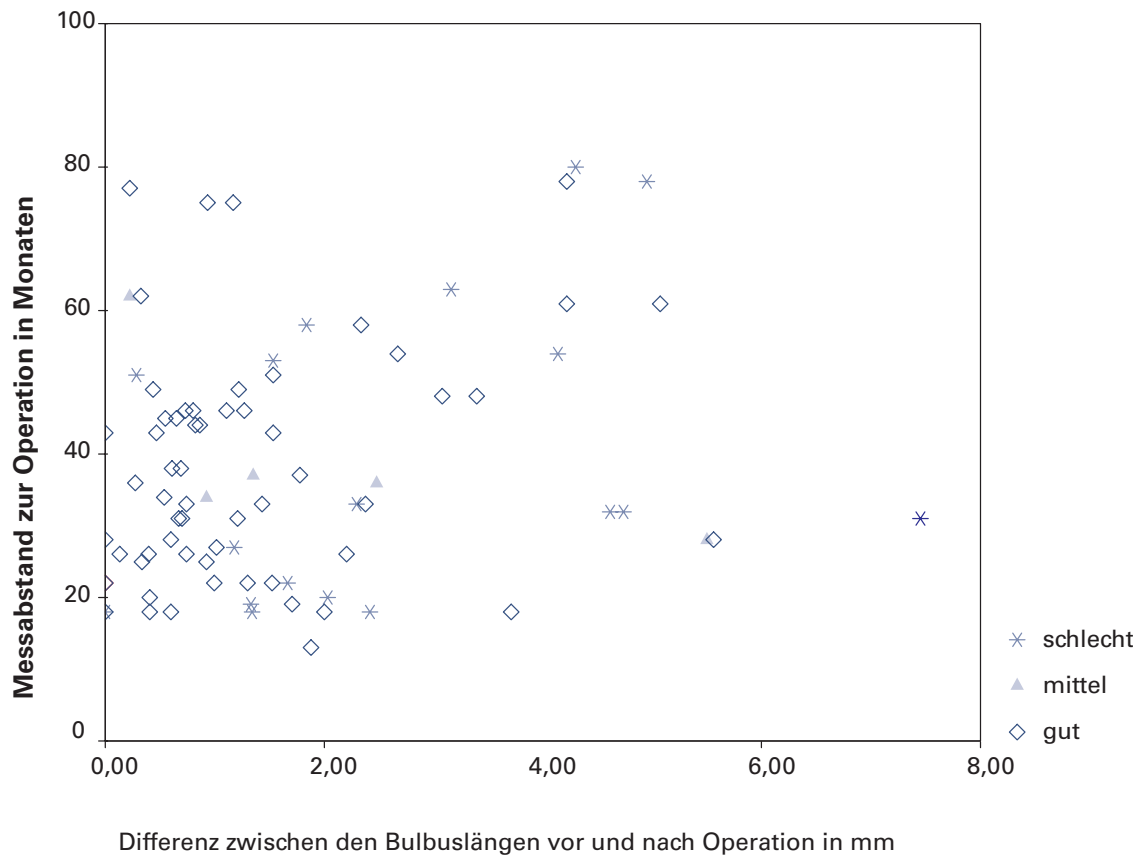


Abb. 13 Streudiagramm zum Wachstum nach der Operation von Augen mit unterschiedlichen Sehschärfen

5 DISKUSSION

Untersuchung und Behandlung der kindlichen Katarakte sind nach wie vor eine Herausforderung. Besonders die rechtzeitige Diagnostik, die operative Behandlungsmethode und die Nachbehandlung der Amblyopie sind von größter Bedeutung für die Entwicklung des Sehvermögens der jungen Patienten. Bei Themen wie Operationstechniken oder der Auswahl der Stärke einer IOL hat man jedoch noch keinen Konsens erreicht.

Die wichtige noch nicht in der Literatur beantwortete Frage wie die Katarakt und deren Behandlung das Augenwachstum beeinflussen können ist, z.B. bei der Entscheidung nach der Stärke einer IOL, von großer Bedeutung. Die von uns aufgrund dieser Frage nachuntersuchten Kinder waren in verschiedenem Alter erkrankt und operiert worden. Unterschieden wurden die Katarakte in kongenitale, traumatische und entwicklungsbedingte Formen, mit ein- oder beidseitiger Erkrankung. Je nach Alter bei der Operation wurden IOL implantiert oder Kontaktlinsen zum Ausgleich der entfernten Linsen verwendet.

Die Ergebnisse unserer Vergleiche zeigten, bis auf zwei Ausnahmen, keine signifikanten Unterschiede im Längenwachstum der Augen zwischen den verglichenen Gruppen. Zwar wurden, in einem durchschnittlichen Abstand von 3 Jahren und 1 Monat zur Operation, Wachstumsunterschiede festgestellt, jedoch in der Regel ohne eine statistisch mit dem U-Test nachzuweisende Signifikanz. Die kongenital beidseitig aphaken Augen waren in unserem Beobachtungszeitraum signifikant mehr gewachsen als entwicklungsbedingt beidseitig pseudophake Augen. Dies ist jedoch zu erwarten gewesen und läßt sich durch das höhere Alter zum Zeitpunkt der Operation von Kindern mit entwicklungsbedingter Katarakt erklären. Bei den Augen dieser Patienten war der größte Wachstumsschub schon vorüber, und in unserem Beobachtungszeitraum fiel dadurch das Wachstum entsprechend geringer aus als das der Kinder mit kongenitaler Katarakt. Wichtig ist der von uns festgestellte signifikante Unterschied im Augenwachstum von Augen mit schlechter zu solchen mit guter Sehschärfe. Die 18 Augen mit schlechter Sehschärfe wiesen mit einer durchschnittlichen Differenz von 2,72 mm zwischen der präoperativen und der postoperativen Messung ein signifikant höheres Längenwachstum auf als die 34 Augen mit guter Sehschärfe. Diese zeigten bei den Messungen eine mittlere Differenz von 1,2 mm (Abb. 12). Mit folgenden Daten ergibt sich ein Überblick der allgemeinen Wachstumsraten in unserem Patientengut. In der Gruppe der kongenitalen Katarakte veränderte sich die Bulbuslänge in einem durchschnittlichen Nachuntersu-

chungszeitraum von 3 Jahren und 3 Monaten um 2,34 mm im Durchschnitt. Das Alter bei der Operation lag bei 2 Jahren und 5 Monaten im Durchschnitt. Die entwicklungsbedingten Katarakte wiesen beim Bulbuswachstum geringere Differenzen auf. Die Länge nahm im Mittel um 0,86 mm zu, in einem Zeitraum von durchschnittlich 2 Jahren und 11 Monaten und bei einem Alter von durchschnittlich 6 Jahren und 11 Monaten. Die geringere Längenzunahme ist durch das höhere Alter der Kinder zu erklären, bei ihnen ist das Bulbuswachstums schon fast abgeschlossen. Bei aufgrund traumatischer Katarakt operierten Augen wuchs der Augapfel ebenfalls durchschnittlich weniger als bei den an kongenitaler Katarakt erkrankten Augen. Auch hier ist eine der Ursachen das Alter mit dem die Kinder erkrankten, da traumatische Katarakte vorrangig im Kindergarten- und Grundschulalter auftreten. Die Differenz der Bulbuslängen vor und nach der Operation lag hier bei 1,53 mm im Durchschnitt, in einem Zeitraum von mittleren 3 Jahren und 1 Monat, bei einem Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation von 6 Jahren und 3 Monaten. Die gesunden Partneraugen der gesamten einseitigen Katarakte wuchsen in durchschnittlich 3 Jahren und 3 Monaten um 1,47 mm.

Eine zentrale Bedeutung bei der Behandlung von an einer Katarakt erkrankten Kindern hat das Wachstumsschema des gesunden menschlichen Auges mit einem überproportionalem Wachstumsschub im ersten Lebensjahr. Gordon und Donzis (1985) untersuchten in ihrer Studie zur Entwicklung der Refraktion (Brechkraft) des menschlichen Auges die Längenzunahme des Augapfels von der Geburt bis zum Erwachsenenalter. Sie werteten die Daten von 148 Augen aus, das Alter der Patienten reichte von Geburt an (auch Frühgeburten) bis zum 36 Lebensjahr. Im 1. Lebensjahr wuchs das Auge nach diesen Daten um durchschnittlich mehr als 4,0 mm, während ab dem 2. Lebensjahr das Wachstum nur noch durchschnittlich 0,4 mm pro Jahr betrug. Mit dem 5. Lebensjahr war das Wachstum fast abgeschlossen, das Auge verlängerte sich nur noch insgesamt um ca. 1,0 mm bis zum erwachsen sein, und schon ab dem 15.-16. Lebensjahr war keine signifikante Erhöhung der Augenlänge mehr festgestellt worden. Insgesamt nimmt die Achsenlänge von durchschnittlich 16,8 mm bei der Geburt bis auf durchschnittlich 23,6 mm bis zum 5. Lebensjahr zu. Die Stärke der Brechkraft der natürlichen Linse nimmt entsprechend von durchschnittlichen Werten um +34,4 Dptr. auf durchschnittlich +18,8 Dptr. ab. Durch die Brechkraftanpassung der Linse an die Länge des Augapfels erklärt sich der geringe myopische Shift der gesunden Kinder. Die Wachstumsfaktoren für das gesunde Auge sind nicht vollständig verstanden, aber die Ergebnisse dieser Studie sind wegweisend, u.a. für die Entscheidung der Wahl einer IOL Stärke.

Schaeffel und Zrenner (1997) beschäftigten sich mit möglichen Wachstums-

faktoren, wie z.B. veränderte Seheinflüsse und deren Wirkung auf das Augenlängenwachstum. Bei ca. einem Viertel der Bevölkerung ist das Auge zu lang, es besteht eine Kurzsichtigkeit. Dies deutet auf eine Fehlsteuerung des Augenwachstums hin, deren Ursache auch heute noch nicht eindeutig geklärt ist. Je früher eine Kurzsichtigkeit entsteht, um so stärker entwickelt sie sich bis zur Lebensmitte. Dies läßt Präventivmaßnahmen sehr wichtig werden. Seherfahrungen haben, genau wie die genetische Komponente, Einfluß auf die Entwicklung der Kurzsichtigkeit. Ein höherer Ausbildungsstand, und damit zusammenhängende vermehrte Seheindrücke für das Auge, können erhöhtes Augenwachstum bewirken und korrelieren mit der Kurzsichtigkeit. In Tierstudien wurde durch Lidverschluß oder Störung der Qualität auf die Netzhaut fallender Bilder (z.B. Vorsetzen von Mattgläsern) starkes Augenlängenwachstum induziert (Wiesel und Raviola 1977). Auf diese Weise entstehende Kurzsichtigkeit nennt man Deprivationsmyopie. Beim Menschen kann sie auf natürliche Art durch das Bestehen einer kongenitalen Katarakt oder einer Ptosis (Herabhängen des Augenlides) verursacht werden. Diese Erkrankungen ermöglichen kein scharfes Bild auf der Netzhaut, und sie können während des Augenwachstums in den ersten Lebensjahren sehr große Störungen für die Entwicklung der Sehfähigkeit bedeuten. Dopamin wird in der Studie von Schaeffel und Zrenner (1997) im Zusammenhang mit den Mechanismen der visuellen Wachstumssteuerung als wichtige, auch die Deprivationsmyopie steuernde Substanz in der Netzhaut dargestellt. Die Vermeidung der Kurzsichtigkeit hängt u.a. von einem normal funktionierenden, dopaminergen Stoffwechsel der Netzhaut ab. Der Spiegel von Dopamin in der Netzhaut liegt am Tage sehr viel höher als in der Nacht, woraufhin man den Rhythmus des Augenlängenwachstums beim Huhn untersuchte und eine Beschränkung des Wachstums auf den Tag feststellte. Bei einer Deprivation des Auges wurde dieser Rhythmus aufgehoben und der dopaminerge Stoffwechsel gestört, sodass das Auge am Tage und in der Nacht wuchs, was zu einer erhöhten Länge führte. Zusätzlich zeigte das Melatonin aus den Photorezeptoren einen ausgeprägten Wachstumsrhythmus, der jedoch durch Deprivation unbeeinflusst blieb. Man versucht nun Pharmaka zu finden die verhindern, dass die Bildverarbeitung der Netzhaut in erhöhtes Wachstum des Auges umgesetzt wird.

In einer Studie von Gee et al (1988) wurden 79 Patienten im Alter von 8 bis 83 Jahren nachuntersucht. Man teilte sie in 3 Gruppen mit 17 einseitigen und 22 beidseitigen nicht operierten Katarakten sowie einer Vergleichsgruppe von 40 Patienten mit klaren Linsen. Das Durchschnittsalter der Patienten mit einseitiger Katarakt lag bei 43,8 Jahren, das der Patienten mit beidseitiger Katarakt bei 58,8 Jahren, wobei die Katarakte der Patienten im frühen Kindesalter oder auch später entstanden waren, also zu unterschiedlichen

Zeitpunkten. In der Kontrollgruppe mit klarer Linse lag das Alter bei durchschnittlich 61,8 Jahre. Es wurden die Achsenlängen der Augen vermessen und miteinander verglichen, wobei sich die Längen der Augen mit einseitiger Katarakt als signifikant höher erwiesen, als jene der Partneraugen. Vergleich man die Achsenlängen der beidseitig erkrankten Augen mit denjenigen der Kontrollgruppe, so erhielt man auch hier bei den erkrankten Augen signifikant höhere Werte. Die gesunden Partneraugen der einseitig erkrankten Patienten wiesen kein erhöhtes Längenwachstum des Bulbus auf im Vergleich zu der Kontrollgruppe. Zusätzlich wurden die Patienten in auf den Entstehungszeitpunkt der Katarakt bezogene Altersgruppen eingeteilt und verglichen. Nur bei den einseitigen Katarakten hatte das Alter einen signifikanten Einfluß auf das Wachstum des Auges genommen. Patienten die jünger als 7 Jahre bei der Entstehung der Katarakt gewesen waren hatten durchschnittlich längere Augen als Patienten, deren Linsenverdichtungen erst später entstanden waren. Die Linsentrübungen hatten also entweder bei jüngeren Patienten in der Wachstumsphase oder bei älteren Patienten nach Beendigung des Wachstums ihren Einfluß auf die Längenentwicklung genommen. Zu den Sehschärfemessungen machten die Autoren keine genauen Angaben. Ihre Ergebnisse verglichen sie mit Studien, die ebenfalls bei veränderten Seheindrücken, u.a. durch Katarakte zustande kommend oder wie in Tierstudien künstlich verursacht, Veränderungen des Längenwachstums der Augen dokumentierten, mit daraus resultierender erhöhter Augenlänge. Gee et al dokumentieren die Längenentwicklung unbehandelten Augen mit Katarakt bis ins hohe Alter, direkte Vergleiche mit unseren Daten sind daher nicht möglich. Die Tendenz des erhöhten Längenwachstums der erkrankten Augen im Vergleich zu gesunden Augen stimmt jedoch mit unseren Ergebnissen überein.

Die Auswirkungen auf das Längenwachstum der Augen bei kongenitalen und traumatischen Katarakten mit aphaken Augen untersuchten Rasooly et al (1988) an 64 Patienten im Alter von 5,8 - 22 Jahren. In der Studie wurden 15 einseitig kongenitale, 27 traumatische sowie 14 beidseitig kongenitale, operativ behandelte Katarakte und 8 beidseitig kongenitale, nicht operierte Katarakte erfaßt. Bei den Patienten wurden prä- und postoperativ die Achsenlängen und Sehschärfen gemessen. Einseitige Katarakte wiesen ein signifikant höheres Wachstum der erkrankten Augen nach der Operation auf als beidseitige Katarakte. Die Sehschärfe der operierten Augen war bei einer einseitigen Erkrankung schlechter. Die Autoren sehen den Grund für das exzessivere Längenwachstum der einseitigen Katarakte in der korrespondierenden, schlechteren Sehschärfe dieser Augen. Durch die veränderten Brechungsverhältnisse im Auge nach der Kataraktoperation entstehen nur unscharfe Netzhautbilder, und das Auge versucht durch Längenverände-

rungen die Position der Netzhaut entsprechend zu korrigieren. Das visuelle Wahrnehmungsvermögen steuert das kindliche Augenwachstum, wobei zusätzliche Faktoren das umfangreiche Schema des Augenwachstums beeinflussen, die noch nicht ausreichend erforscht sind (Schaeffel und Zrenner 1997). Aufgrund einer traumatischen Katarakt operierte Augen hatten durch das höhere Alter der Patienten bei der Operation ein weniger ausgeprägtes Wachstum, als die an kongenitaler Katarakt erkrankten Augen, welche bei den postoperativen Messungen signifikant länger waren. Die Sehschärfe unterschied sich in diesen beiden Gruppen jedoch nicht signifikant. Die Längenentwicklung der operierten und der nicht operierten beidseitigen Katarakte unterschied sich ebenso nicht signifikant, genauso wenig waren Unterschiede in der Sehschärfe festgestellt worden. Bei unserem Vergleich verschiedener Katarakttypen sowie der einseitigen und beidseitigen Katarakt stellten wir keine signifikanten Unterschiede im Längenwachstum fest. Bei dem Zusammenschluß der operierten Augen in Gruppen mit guter und schlechter Sehschärfe waren unsere festgestellten Unterschiede im Längenwachstum signifikant. Dieses Ergebnis des vermehrten Wachstums von Augen mit schlechter Sehschärfe ist mit jenem von Rasooly et al vergleichbar.

Weitere Autoren berichten über erhöhtes Längenwachstum von an einer Katarakt erkrankten Augen, die unterschiedlich behandelt und weiter versorgt wurden. Huber (1993) untersuchte das Wachstum kindlicher Augen, die aufgrund einer kongenitalen oder traumatischen unilateralen Katarakt operiert worden waren und eine IOL implantiert bekommen hatten. Die Stärke der IOL waren so kalkuliert worden, dass sie zum Zeitpunkt der Operation eine leichte Myopie erzeugten. Es wurden 7 Kinder zwischen 3 und 15 Jahren über einen Zeitraum von 8-9 Jahren nachuntersucht. Die operierten Augen wuchsen nach diesen Daten sehr viel schneller als die der gesunden Partneraugen. Je jünger ein Kind bei der Operation war, um so deutlicher war der Unterschied im Längenwachstum, wodurch die Autoren auch die hohen Grade an Myopie bei diesen pseudophaken Augen erklären. In den folgenden Jahren wurden besonders die Augen der jüngeren Patienten immer stärker myopisch. Diese Ergebnisse sind mit jenen von Knight-Nanan (1996) und Mc Clatchey (1997) vergleichbar, jedoch hatten diese Untersuchungsgruppen vermehrt mit Kindern gearbeitet, die bei der Operation durchschnittlich 1 Jahr oder jünger waren. Dort wurde auch vorrangig das erhöhte Augenwachstum festgestellt. In einer Studie von Klais et al (1999) hatten die 4 einseitig pseudophaken Augen, welche im Alter von 3-7 Jahre operiert worden waren, in einem durchschnittlichen Abstand von 4,6 Jahren zur Operation eine durchschnittliche Myopisierung von -11Dptr. aufgewiesen. Das Längenwachstum betrug 4,21 mm bei den erkrankten Augen im Vergleich zu 1,62 mm in der Kontrollgruppe.

In einer Studie, deren Kinder bei der Operation zwischen 7 und 15 Jahre alt waren, verglichen Kora et al (1993) 18 pseudophake Augen von 16 Kindern. Es handelte sich in 14 Fällen um einseitige und um 2 beidseitige Katarakte. Die Autoren hatten die je 8 Augen mit kongenitaler und traumatischer Katarakt untereinander, sowie mit den gesunden Partneraugen verglichen (bei den beidseitigen Katarakten ist nur je ein Auge im Beobachtungszeitraum operiert und nachuntersucht worden). Der Nachbeobachtungszeitraum betrug in der kongenitalen Gruppe durchschnittlich 3,6 Jahre und in der traumatischen Gruppe 5,9 Jahre. Die Augen wurden durch die Refraktionsänderungen myopisch, ein signifikanter Unterschied bei dem Wachstum der Augenlängen konnte jedoch nicht festgestellt werden. Dies ist vergleichbar mit unseren Ergebnissen. Wichtig ist hier jedoch, dass der Zeitraum, in dem das kindliche Auge das größte Wachstum aufweist, mit durchschnittlich 11 Jahren zum Zeitpunkt der Operation schon lange überschritten war. Die entstandenen Refraktionsunterschiede zwischen den operierten und nicht operierten Augen erklärten sich die Autoren durch die Veränderung der Vorderkammertiefe, die sich während des Wachstums bei gesunden Augen genau wie die Länge des Glaskörpers erhöht. Bei pseudophaken Augen veränderte sich das Auge durch die festgelegte Stärke und Position der IOL nicht im Ganzen so, wie bei den nicht operierten Augen. Durch das Wachstum des Glaskörpers in dem Raum hinter der IOL und dem sich nicht verändernden vorderen Anteil des Auges mit IOL verschlechterten sich die Proportionen. Es entstanden andere Brechungsverhältnisse, die nach Meinung der Autoren für die Refraktionsveränderungen und die Zunahme der Kurzsichtigkeit verantwortlich waren.

Sorkin et al (1997) werteten die Daten von 17 Augen bei 15 Kindern aus (zwei Patienten hatten eine beidseitige Katarakt), die im Alter zwischen 3 und 9 Jahren wegen einer Katarakt operiert wurden und eine IOL implantatiert bekamen. In einem durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von 3,1 Jahren wurde die erste und letzte Bulbuslängenmessung miteinander verglichen, sowie die Refraktionsänderungen festgestellt. Der Vergleich zwischen den 9 traumatischen, 3 entwicklungsbedingten, 3 kongenitalen und 2 steroid induzierten Katarakten ergab ein signifikant höheres Längenwachstum des Bulbus und einen größeren myopischen Shift bei den traumatischen Katarakten im Vergleich zu den anderen Katarakttypen. Auch die Ausgangslänge der traumatischen Katarakte war marginal signifikant höher gewesen als jene der kongenitalen und entwicklungsbedingten Katarakte. Die Autoren gehen davon aus, dass es sich weniger um ein exzessives Wachstum der traumatischen Katarakte, als um eine Verlangsamung des Wachstums der kongenitalen und entwicklungsbedingten Katarakte handelte. Die Autoren sprechen also von einer Verlangsamung des Wachstums der Augen mit

kongenitalen und entwicklungsbedingten Katarakten, was als Ergebnis eher gegensätzlich zu anderen Studienergebnissen steht. Einschränkungen der Verwendbarkeit der Ergebnisse sind in der kleinen Anzahl der ausgewerteten Augen, dem hohen Alter der Kinder bei der Operation (über 3 Jahre) und den fehlenden Daten über das Wachstum der Partneraugen zu sehen.

Bei Tierversuchen erhielten verschiedene Autoren mit unterschiedlichen Versuchsaufbauten ebenfalls Ergebnisse, die ein verlangsamtes Längenwachstum der an einer Katarakt operierten Augen darstellten (Tigges et al 1990, Lambert et al 1996).

Interessant ist auch die immer häufiger in der Literatur beschriebene Ausweitung der Anwendungsindikation von IOL auf Kinder unter 2 Jahren. Hutchinson et al (1998) untersuchten in ihrer Arbeit die Frage nach den Wachstumsraten der Augen von Kindern, die in einem Alter unter 2 Jahren eine IOL implantiert bekommen hatten. Als Kontraindikationen für Implantationen im Alter unter 2 Jahren galten nach wie vor die erhöhten Achsenlängen- und Refraktionsänderungen in den ersten Lebensjahren sowie vermehrte Gewebsreaktionen. Es wurden 22 Augen bei 17 Patienten im Alter zwischen 12 Tagen und 22 Monaten in einem durchschnittlichen Zeitraum von 14 Monaten nachuntersucht. Achsenlängenmessungen wurden bei 11 Patienten (13 Augen) im Abstand von durchschnittlich 20 Monaten zur Operation durchgeführt. Verglichen mit ihren phaken Partneraugen wiesen die pseudophaken Augen eine normale Wachstumsrate auf. In der gesamten Gruppe waren nicht signifikant mehr Komplikationen als in der Vergleichsgruppe, deren Augen aphak geblieben waren, aufgetreten. Die Autoren erklären ihre Ergebnisse mit dem Fortschritt der Operationsmethoden, unter anderem wurde nur in die Hinterkammer implantiert. Kein Auge mußte in der Nachbeobachtungsphase aufgrund eines Nachstars behandelt werden. Sie weisen außerdem darauf hin, dass durch die frühe Verwendung einer IOL wirksam eine Amblyopie verhindert werden kann. Man hatte in der Vergleichsgruppe der aphaken Augen, beim Prüfen des Trageverhaltens der Kontaktlinsen, sehr große Unregelmäßigkeiten festgestellt, was wiederum eine Amblyopie begünstigt. Direkte Vergleiche mit unseren Ergebnissen sind nur bedingt möglich, da bei den Patienten unserer Studie erst in höherem Alter Linsen implantiert wurden. Bei Kindern unter 2 Jahren würde man aber eher ein erhöhtes Augenwachstum vermuten, was die Ergebnisse dieser Arbeit jedoch nicht bestätigen. Die Entwicklung der Sehschärfe und die Refraktionsänderungen der jungen Patienten müssen jedoch noch über einen längeren Zeitraum weiter beobachtet werden, um definitivere Aussagen machen zu können. Die Tatsache, dass im Längenwachstum der verglichenen Augen keine signifikanten Unterschiede gefunden wurden, entspricht ansonsten jedoch unseren Ergebnissen.

Weitere Studien, in denen Autoren sich vorrangig mit der Refraktionsentwicklung kindlicher Augen beschäftigen, enthalten auch für unsere Arbeit wichtige Daten.

Mc Clatchey et al (1997) untersuchten an 156 Augen die Auswirkung des Alters bei der Operation, des Katarakttyps, des Bestehens eines Glaukoms und anderer Faktoren auf die Refraktion und den myopischen Shift. Die Kinder waren im Alter von unter 10 Jahren operiert worden, der Beobachtungszeitraum reichte von 3 bis 23 Jahren und alle behandelten Augen wurden mit Kontaktlinsen versorgt. Das Alter bei der Operation hatte eine statistisch signifikante Auswirkung auf den myopischen Shift, jedoch nur bei Kindern, die zum Zeitpunkt der Operation jünger als 6 Monate alt waren. Bei dem Vergleich der unilateralen mit den bilateralen Katarakten wiesen die unilateralen Katarakte einen größeren myopischen Shift auf. Die Autoren machten in dieser Studie keine Angaben zu der Achsenlängenentwicklung der aphaken Augen. In einer weiteren Studie untersuchten Mc Clatchey et al (1997) Refraktionsänderungen bei 93 pseudophaken Augen über einen Zeitraum von mittleren 11 Jahren. Zum Zeitpunkt der Operation lag das Durchschnittsalter bei 1,07 Jahren mit einer Spanne von wenigen Wochen bis 9 Jahre alten Kindern. Die Autoren nutzten die Daten der aphaken Kinder, deren Refraktionsänderungen sie in ihrer vorherigen Arbeit verfolgt hatten, um die theoretischen Refraktionsänderungen bei pseudophaken Augen im voraus zu berechnen. Bei Kindern, die sehr jung operiert worden waren, resultierte ein größerer myopischer Shift. Es fanden also stärkere Refraktionsänderungen statt als bei älteren Kindern, deren Augenwachstum zum Zeitpunkt der Operation bereits abgeschlossen war. Das Längenwachstum nahm bei diesen pseudophaken Augen signifikant zu, während Kinder im Alter über 2 Jahren bei der Operation kein erhöhtes Längenwachstum der operierten Augen im Vergleich zu den Partneraugen zeigten. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die Wahl der richtigen Brechkraft der Linsen. Die Autoren Mc Clatchey et al (1997) empfehlen die Stärke der IOL so zu wählen, dass die Kinder nach der Operation eine Hyperopie aufweisen. Eine hohe Myopie, die durch die Änderung der Brechungsverhältnisse während des Wachstums entstehen könnte, kann dadurch ebenso wie eine erhöhte Augenlänge vermieden werden. In der Studie hatten die Augen mit dementsprechend errechneten IOL-Stärken einen geringeren myopischen Shift während des Wachstums. Dies folgt der Tatsache, dass sich die Linsenstärke der künstlichen Linse nicht nach unten korrigiert, wie die der natürlichen Linse und daher auch nicht mit der erhöhten Augenlänge durch das Wachstum korreliert. Einige Autoren sehen in der Unterkorrektur der kindlichen Augen in der Entwicklungsphase die Gefahr einer Amblyopie, was jedoch schon mehrfach widerlegt wurde. Man fand, im Gegensatz, vermehrte Gefahr der Amblyopie bei aphaken Augen, durch z.B. mangelnde Compliance beim Tragen der Kontaktlinsen und

der unzureichenden Okklusionsbehandlung durch die Eltern (periodische Abdeckung des führenden gesunden Auges, um die Sehschärfe des schwachen, kranken Auges zu schulen).

Hutchinson et al (1998) hatten in ihren Daten, im Gegensatz zu Mc Clatchey et al (1997), ein gleichbleibendes Längenwachstum der pseudophaken Augen von unter 2 jährigen Kindern gefunden. Bei älteren Kindern stimmen die Ergebnisse Mc Clatcheys mit jenen von Kora et al (1993) überein. Die Autoren hatten ebenfalls kein erhöhtes Längenwachstum bei Kindern, die im Alter von über 2 Jahre bei der Operation eine IOL bekommen hatten, feststellen können. Wir verfügten in unserer Studie nicht über Daten von Kindern, die im Alter von unter 2 Jahren ein IOL bekommen hatten. Die Untersuchungen der aphak gebliebenen Augen unserer jungen Patienten zeigten jedoch kein signifikant höheres Wachstum im Vergleich zu den Partneraugen, gleich ob eine einseitige oder beidseitige Erkrankung vorlag. Auch bei den Untersuchungen der älteren Kinder mit IOL (in unserer Studie ab ca. 3 Jahren) konnten wir kein signifikant erhöhtes Längenwachstum feststellen.

In diesem Zusammenhang sind die Ergebnisse der Untersuchungen von Knight-Nanan et al (1996) über IOL-Implantationen bei Kindern interessant. Ein besonderes Interesse galt dabei der Verwendung von IOL bei Kindern unter 1 Jahr. Die Autoren erinnern in diesem Zusammenhang ebenfalls daran, dass bei Korrekturen mit Kontaktlinsen nach Linsenentfernung auch immer an deren Nachteile, wie die Kosten häufiger Kontrollen und Neuanpassungen, gedacht werden muß, sowie die wichtige Mitarbeit des Patienten und der Eltern und die aus diesen Umständen eventuell entstehende Intoleranz des Patienten gegenüber dem Tragen der Kontaktlinsen. Refraktionsänderungen, Achsenlängen und Keratometrien wurden vor und nach den Operationen bei an kongenitaler, entwicklungsbedingter und traumatischer Katarakt erkrankten Kindern verglichen. Es wurden 24 Augen von 20 Kindern im Alter von 4 Wochen bis 12 Jahren behandelt. Das durchschnittliche Alter bei der Operation lag in der Gruppe der kongenitalen Katarakte (7 Augen) um 2 Monate, bei 7,6 Jahren in der Gruppe der entwicklungsbedingten Katarakte (14 Augen) und bei 4 Jahren in der Gruppe der traumatischen Katarakte (3 Augen). Die Patienten wurden in einem Zeitraum von 10 Monaten bis 5 Jahren (durchschnittlich 2 Jahre) nachuntersucht. In dieser Phase benötigten 95% der Augen eine Nachstarbehandlung. Wurden Kinder im Alter von unter 1 Jahr operiert benutzten Knight-Nanan et al um den myopischen Shift während des Wachstums zu berücksichtigen IOL, die 6 Dioptrien niedriger lagen als solche, die zum Erreichen einer Emmetropie nötig gewesen wären. Die Ergebnisse den Visus betreffend waren in den Gruppen unterschiedlich, die besten Ergebnisse wurden bei den traumatischen Katarakte

erzielt, gefolgt von den entwicklungsbedingten Katarakten. Die Augen mit kongenitaler Katarakt fixierten zentral nach den Operationen, weitere Visusergebnisse fehlten hier noch. Kongenital unilaterale Katarakte erlangten aber insgesamt, wie in ähnlichen Studien ebenfalls dargestellt (Rasooly et al 1988), auch bei dieser Nachuntersuchung den Visus betreffend die schlechtesten Ergebnisse. Die Achsenlängen veränderten sich bei den kongenitalen Katarakten aufgrund des geringen Alters bei der Operation am meisten, wuchsen überdurchschnittlich mehr. Das menschliche Auge weist im ersten Lebensjahr das größte Wachstum auf, daher wurden auch in dieser Altersgruppe bei den an kongenitaler Katarakt erkrankten Augen mit 1,00 mm bis 4,52 mm (durchschnittlich 2,25 mm) die bedeutendsten Längenveränderungen, während der Nachbeobachtungsphase von durchschnittlich 2 Jahren, festgestellt. In der Gruppe der entwicklungsbedingten Katarakte wuchs das Auge zwischen durchschnittlich 0,13 mm und 2,06 mm (durchschnittlich 0,68 mm) im Nachbeobachtungszeitraum. Die Veränderungen der Achsenlängen betreffend machten die Autoren keine Angaben über die Signifikanz der Ergebnisse. Außerdem fanden die Autoren keinen Unterschied in der gemessenen Sehschärfe bei Augen mit oder ohne signifikanten myopischen Shift.

Unsere Werte ähneln den Ergebnissen Knight-Nanans. In der von uns nachuntersuchten Gruppe von Augen mit kongenitaler Katarakt betrug die Längendifferenz im Nachbeobachtungszeitraum von 3 Jahren und 1 Monat 2,34 mm im Durchschnitt. Augen mit entwicklungsbedingter Katarakt waren um durchschnittlich 0,86 mm gewachsen und bei aufgrund traumatischer Katarakt operierten Augen betrug die durchschnittliche Längendifferenz 1,53 mm.

Augen mit einseitiger Katarakt weisen bei vielen Vergleichen schlechtere Werte auf, bezogen auf die Refraktion, das Bulbuslängenwachstum und die Sehschärfe. So ergab eine Studie von Parks et al (1993) ebenfalls eine weit geringere Sehschärfe der einseitigen als der beidseitigen Katarakte nach der Operation. Bei einer kongenital einseitigen Katarakt sehen Drummond et al (1989) nur bei einer Operation mit Linsenentfernung innerhalb der kritischen Phase der ersten 17 Wochen nach der Geburt noch eine Chance für die Entwicklung einer guten Sehfähigkeit und der Verhinderung einer Amblyopie. In unseren Vergleichen findet sich ein signifikant höheres Längenwachstum bei den 18 Augen mit schlechter Sehschärfe als bei den 34 Augen mit guter Sehschärfe. Auch bei uns sind in der Mehrzahl der Fälle die einseitig erkrankten Augen von der schlechten Entwicklung der Sehfähigkeit betroffen.

Sinsky et al (1993) dokumentierten die Achsenlängenveränderungen der Augen einer 18 jährigen Patientin über 11 Jahre lang. Im Alter von 7 Jahren

waren aufgrund einer beidseitigen Katarakt beide Linsen entfernt worden. Das linke Auge wurde mit einer IOL versorgt und auf dem rechten Auge trug die Patientin intermittierend eine Kontaktlinse. Das linke, mit einer IOL versorgte Auge, wies während der gesamten Nachbehandlungszeit eine konstant gute Sehschärfe auf. Am rechten Auge wurde bei späteren Nachuntersuchungen eine durch Pigmenteinlagerungen an der hinteren Kapsel verursachte Opazifikation festgestellt, die zu einem Abfall der Sehschärfe geführt hatte. Es wurde im Alter von 18 Jahren eine IOL implantiert, mit der eine gute Sehschärfe erreicht werden konnte. Im Alter von 7 Jahren unterschieden sich die Achsenlängen der Augen nur um 0,12 mm, 11 Jahre später lag die Längendifferenz der Augen durch exzessiveres Wachstum des rechten Auges bei 2,7 mm. Das unterschiedliche Längenwachstum der Augen erklären sich die Autoren durch die verschiedenen auf die Netzhaut auftreffenden Seheindrücke der beiden Augen. Durch die schlechtere Qualität der Seheindrücke auf dem rechten Auge, aufgrund der geringeren Sehschärfe und des intermittierenden Tragens der Kontaktlinse, war dieses stärker gewachsen. Die Autoren fanden unter anderem auch in Tierstudien vergleichbare Ergebnisse, nach Deprivationen von Augen konnte hier teilweise exzessive Längenentwicklungen induziert werden (Wiesel und Raviola 1979, Tigges et al 1990).

Hoyt et al (1981) werteten die Daten von 8 Patienten aus, die einseitige Kurzsichtigkeit im Zusammenhang mit Lidverschluss in früher Kindheit entwickelt hatten. Die Patienten waren zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung zwischen 7 Wochen und 19 Monate alt, die Ursache des Lidverschlusses war meist eine neuromyogene Ptosis (krankhaftes Herunterhängen des Augenlides mit unterschiedlicher Ursache) oder eine Weichteilschwellung nach einer traumatischen Auswirkung von aussen auf das Auge. Bei Messungen der Achsenlängen der Ptosis Augen und deren Partneraugen erhielt man Längendifferenzen von 1,6-2,8 mm zwischen den Augen. In allen Fällen war das Ptosis Auge länger als das gesunde Partnerauge und dadurch myopischer. Auch Mc Clatchey et al (1997) fanden bei Kindern, die zum Zeitpunkt der Operation jünger als 2 Jahre alt waren und einen größeren myopischen shift aufwiesen, ein signifikant erhöhtes Bulbuslängenwachstum. Kurzsichtigkeit bedeutet immer, dass eine Störung des Wachstumsschemas im Auge vorliegt. Die Autoren hatten bei anderen Patienten mit Katarakt keine axiale Myopie festgestellt, so dass sie die Ursache für eine axiale Myopie nicht in den veränderten auf die Netzhaut auftreffenden Bilder sehen. Hoyt et al vermuteten als Grund für das abnormal hohe Wachstum bei Augen mit Lidverschluss einen höheren intraokularen Druck durch mechanische Kräfte während der Akkomodation. Diese Theorie konnte in weiteren Tierexperimenten nicht bestätigt werden, da selbst bei Lähmung der Akkomodationsmuskulatur

latur durch Pharmaka mit Streulinen dennoch eine Kurzsichtigkeit erzeugt werden konnte (Schaeffel und Zrenner 1997). Die Patienten der Studie von Hoyt et al (1981) waren nicht an einer Katarakt erkrankt, deren Auswirkung und Behandlung in unserer Arbeit ausgewertet wurde, sondern es waren andere Einflüsse die das Wachstumsschema des Auges beeinflussten. In verschiedenen Tierstudien (Wiesel und Raviola 1979, Tigges et al 1990) wurden mit ähnlichen, künstlich verursachten Deprivationen der Augen Tests durchgeführt, die zum Ergebnis ebenfalls erhöhte Längenentwicklung der veränderten Augen hatten. Katarakte und Ptosis sind Formdeprivationen, die eine für die normale Sehentwicklung wichtige Entstehung von scharfen Bildern auf der Netzhaut nicht gewährleisten.

Tierstudien zeigen unterschiedliche Ergebnisse, die Entwicklung des visuellen Systems allgemein und die Bulbuslängenentwicklung betreffend. Affen und Hühner werden bevorzugt für diese Forschungen genutzt, weil die Anatomie und Funktion ihres Sehsystems der des Menschen sehr ähnelt. Häufig arbeitet man dabei mit Rhesusaffen, da ihre Augen eine mit dem menschlichen Auge vergleichbare Sehschärfe erreichen, sich jedoch um das vierfache schneller entwickeln, was Untersuchungen erleichtert. Außerdem korrespondiert ihr Wachstumsschema mit schneller Entwicklung nach der Geburt und Verlangsamung des Wachstums als Kleinkind, sowie nochmaliger Verlangsamung bis zum Abschluß des Wachstums mit der des Menschen (Gordon und Donzis (1985)). Bei Linsenentfernungen in den ersten Lebenswochen wurden in einigen Studien Retardierungen und in anderen Erhöhungen des axialen Längenwachstums beobachtet.

Wiesel und Raviola (1979) untersuchten in ihrer Tierstudie die Auswirkung von Linsentrübungen auf das Längenwachstum des Auges. Die Linsentrübungen wurden bei 2 Affen (Makkaken) im Alter von 1 und 1,5 Monaten jeweils einseitig künstlich verursacht. Beide behandelten Augen wuchsen schneller als ihre Partneraugen, wobei das Wachstum im hinteren Anteil der Augen stattfand. Die Dicke der Linse, die Tiefe der Vorderkammer und die Hornhautkrümmung waren identisch mit jenen der Kontrollaugen. In früheren Untersuchungen der Autoren hatten Lidverschlüsse ein ebenfalls erhöhtes Wachstum der hinteren Augenanteile ergeben. Es fand jedoch nur statt, wenn Seheindrücke in Form von Licht auf das Auge treffen konnten. Lebten die Affen im Dunkeln, war die Entwicklung des Auges normal. Es waren die in diesen Fällen künstlich veränderten Seheindrücke, die das Wachstumsmuster des Auges hin zu erhöhter Länge veränderten und dadurch Kurzsichtigkeit verursachten. In folgenden Studien wurde mit einer höheren Anzahl von Tieren gearbeitet und das Behandlungsspektrum wesentlich erweitert, um mehr Informationen zu erhalten.

Troilo und Wallman (1991) untersuchten in ihrer Studie mit 16 Hühnern, wie das Wachstum und die Refraktion des Auges reguliert werden. Auch hier wollte man prüfen inwieweit Sehen, also das Eintreffen von Bildern auf die Netzhaut, für die Entwicklung des Auges verantwortlich ist. Durch visuelle Manipulationen wurden die Augen kurz- oder weitsichtig gemacht. Man fand eine Beeinträchtigung des Wachstums, die sich nach der Entfernung der Manipulation am Auge selbst in die gegenteilige Richtung korrigierte. In myopischen Augen stoppte das künstlich verursachte Wachstum, in Augen die durch die Manipulation hyperopisch geworden waren, setzte sich das Wachstum verstärkt fort. Die Veränderung der Augenlänge ging auch hier vorrangig von dem Wachstum des Glaskörpers aus und weniger von den vorderen Anteilen des Auges. Insgesamt war das Wachstum bei den myopischen, wie auch bei den hyperopischen Augen, wesentlich intensiver als bei den emmetropisch verbliebenen Vergleichsaugen. Die Autoren fanden 2 Faktoren, die das Augenwachstum bei Hühnern beeinflussen. Ein visuelles Signal, bezogen auf die Refraktionsänderungen, und ein nicht visuelles Signal, welches sich auf die momentane Größe des Auges bezieht. Das Auge kann die Lage der Bildebene messen und die Position der Netzhaut entsprechend korrigieren. Beim Huhn sind Kompensationen auch sehr starker Linsen festgestellt worden (von -10 bis $+20$ dpt), während das Auge des Affen nur einen relativ schmalen Bereich kompensieren konnte (von -3 bis $+3$ dpt).

Tigges et al (1990) arbeiteten mit 38 neugeborenen Rhesusaffen und weiteren 22 Rhesusaffen, die im Alter zwischen 1 Monat und 4 Jahren waren. Die Autoren wollten herausfinden, wie die Augen in Bezug auf das Längenwachstum bei verschiedenen Behandlungsmethoden reagieren, um die Ergebnisse dann auf das kindliche Auge zu übertragen, bzw. sie für weitere Studien am kindlichen Auge nutzen zu können. Im Zusammenhang mit früheren Studien hatten sie verschiedene Entwicklungen der Achsenlängen von Augen gefunden, die durch in unterschiedlichen Qualitäten auf die Netzhaut übertragene Bildern verursacht wurden. Die Augen der neugeborenen Affen wurden daher direkt nach der Geburt ein- oder beidseitig manipuliert. Es wurde Aphakie erzeugt, die nur teilweise korrigiert wurde, opake Kontaktlinsen eingesetzt, Lidverschluß durch Vernähen der Augen erzeugt oder Kontaktlinsen mit $+40$ Dioptrien eingesetzt, um extreme Nahsichtigkeit zu verursachen. Dadurch erhielt man verschiedene Veränderungen der auf die Netzhaut projizierten Eindrücke. Es wurden die Achsenlängen ausgewertet, die von Geburt bis zum 40. Lebensmonat gemessen wurden und man fand heraus, dass die Stärke der Manipulation und die damit zusammenhängende Qualität der Seheindrücke das Wachstum beeinflussten. Es wurde ein erhöhtes Längenwachstum der Augen festgestellt, bei denen der Lichteinfall

durch Lidverschluß oder Formdeprivation verhindert worden war. Aphake Augen waren jedoch, was ein unerwartetes Ergebnis für die Autoren darstellte, kürzer als ihre unmanipulierten Partneraugen. Ist nur eine Teilokklusion der Augen durchgeführt worden, unterschied sich ihre Länge nicht von jener der normalen Augen. Dies läßt darauf schließen, dass außer der Qualität des Netzhautbildes noch weitere Faktoren das Augenwachstum nach der Geburt kontrollieren. Der Prozess des Augenwachstums bis zur Emmetropie ist sehr komplex und es spielen zusätzliche Mechanismen, wie die Regulation des Stoffwechsels im Auge und teilweise noch nicht identifizierte Wachstumsfaktoren, eine wichtige Rolle. Die Entwicklung der Achsenlänge beim Menschen wird, im Gegensatz zu dem Auge des Affen, als weniger vorhersagbar und weniger ausgeprägt dargestellt (von Noorden GK and Lewis RA, 1987). Klais et al (1999) beschreiben ebenfalls ein verändertes Wachstumsverhalten nach einer Kataraktoperation, bedingt durch den Verlust der Akkomodation und den dadurch entstehenden Störungen im Regelmechanismus. Sie sehen weitere Einflüsse in lokalen retinalen Faktoren sowie zentral gesteuerten, wahrscheinlich genetisch bedingten Mechanismen. Ein wichtiges Ergebnis sehen Tigges et al auch darin, dass die manipulierten Augen ihrer Studie dem schon zuvor dargestellten Wachstumsschema gesunder Augen folgten, mit schnellerer Längenentwicklung in den ersten Lebensmonaten. Außerdem scheint das Wachstum der Augen ihrer Meinung nach unabhängig voneinander gesteuert zu sein, da die gesunden Partneraugen der manipulierten Augen keine unterschiedliche Längenentwicklung zu normalen Augen aufwiesen, was Studien anderer Autoren bestätigen. Das von Tigges et al (1990) und Klais et al (1999) beschriebene Längenwachstum fand im hinteren Anteil des Auges statt. Die Glaskörpertiefe nahm zu, während sich der vordere Anteil des Auges mit Linse, Hornhaut und vorderer Augenkammer nicht signifikant veränderte. Klais et al (1999) dokumentierten in ihrer Studie 4 Kinder, die aufgrund einer einseitigen Katarakt im Alter von 3-7 Jahren eine IOL implantiert bekommen hatten, und deren erkrankte Augen nach im Schnitt 4,6 Jahre eine deutliche Längenzunahme aufwiesen. Sie stellten eine wesentliche Verlängerung des Glaskörpers bei den pseudophaken Augen fest mit einem durchschnittlichen Tiefenzuwachs von 7,08 mm im Vergleich zu durchschnittlich 1,32 mm in der Kontrollgruppe.

Mutti et al (1998) berichteten in ihrer Studie mit 994 Kindern über ähnliche Ergebnisse, die veränderten Längenverhältnisse der verschiedenen Augenanteile betreffend. Kommt es in der durch hohe visuelle Sensibilität gekennzeichneten Wachstumsphase des Auges zu Störungen innerhalb der normalen Brechungsmedien, kann dadurch das Wachstumsverhalten des Bulbus beeinflusst werden. Der Augapfel verändert sich von einer sphärischen zu einer elliptischen Form. Dies kann z.B. nach einer Kataraktoperation gesche-

hen, wodurch es dann zu einem Verlust der Akkomodationsfähigkeit des Auges kommt. Klais et al (1999) geben eine durchschnittliche Zunahme der axialen Bulbuslänge von 4,21 mm bei ihren 4 nachuntersuchten Augen mit IOL-Implantation an. Im Vergleich dazu wies die Kontrollgruppe ein Wachstum von durchschnittlich 1,62 mm im Beobachtungszeitraum von 4,6 Jahren auf. Eine Amblyopie und die damit verbundene schlechte Qualität des retinalen Bildes scheint Einfluss auf das Bulbuswachstum zu nehmen, ist jedoch nach Klais et al (1999) nicht als einzige Ursache für eine unkontrollierte Bulbuselongation zu sehen. Ihre Ergebnisse beinhalten auch zwei aufgrund einer traumatischen Katarakt operierten Augen, die trotz des höheren Alters ein erhöhtes Bulbuslängenwachstum aufwiesen.

Bei Untersuchungen zu dem Thema Bulbuslängenentwicklung und kindliche Katarakte findet man auch Ergebnisse, die auf eine Verlangsamung des Wachstums der Augen nach Erkrankung und/oder Operation aufgrund einer Katarakt hinweisen, wie sie z.B. Tigges et al (1990) bei aphaken Augen von Affen beschrieben hatten. Diese Entwicklung ist aber insgesamt seltener dokumentiert, als die zuvor beschriebene Erhöhung des Längenwachstums bei Augen mit kindlichen Katarakten (Johnson et al 1982, Hoyt 1981).

Lambert et al (1996) untersuchten in ihrer Arbeit mit Rhesus-Affen ebenfalls die Auswirkung der Entfernung der natürlichen Linse und den Ersatz durch eine künstliche Linse auf das Längenwachstum des Auges. Diese Studie beschreibt vorrangig die Auswirkung der Korrektur einer Linsenentfernung mit IOL. Von 79 Affen wurde bei 19 jeweils eine Linse entfernt und 8 mit einer Kontaktlinse versorgt, 11 Augen blieben unkorrigiert. Bei 21 Affen wurde nach der Linsenentfernung eine IOL implantiert, während die Augen von 39 Affen als Vergleichsgruppe normal blieben. Die natürlichen Linsen wurden in den ersten 2 Lebenswochen entfernt. Im Vergleich zum gesunden Partnerauge wurde bei den aphaken Augen, genau wie bei den pseudophaken Augen, eine Verlangsamung des Längenwachstums der Augen festgestellt.

Unsere Ergebnisse zeigten signifikante Unterschiede im Wachstum der Augen von an beidseitig kongenitaler Katarakt erkrankten Kindern die Kontaktlinsen trugen und Kindern mit entwicklungsbedingter Katarakt, die eine IOL bekommen hatten. Dies erklärt sich vor allem durch das höhere Alter bei der Operation von Kindern mit entwicklungsbedingten Katarakten. Die Phase des größten Wachstums war bei ihnen schon abgeschlossen und die Längenentwicklung der kongenitalen Katarakte durch das Bestehen eines intensiven Wachstumschubes signifikant höher. In anderen unserer Untersuchungen hatte das Alter bei der Operation jedoch keine signifikante Aus-

wirkung auf das Längenwachstum. In weiteren Untersuchungen wirkte sich die Art der Katarakterkrankung, die Ein-oder Beidseitigkeit der Erkrankung, das Alter bei der Operation, sowie die Versorgung mit Kontaktlinse oder IOL nicht signifikant auf das Wachstum der Augen aus. Die Ergebnisse innerhalb spezieller Gruppen, wie die an einer kongenitalen Katarakt erkrankten 13 Augen mit und 16 Augen ohne mittelgradigen Mikrophthalmus, die wir mit einer Länge des Augapfels von unter 19,9 mm vor der Operation und einem Hornhautdurchmesser unter 10 mm bei der Geburt definierten, zeigten bei den Vergleichen keine signifikanten Unterschiede im Längenwachstum. Bei dem Vergleich der 17 Augen mit einer postoperativen Refraktion von $-2,5$ Dioptrien oder niedriger mit den verbliebenen 41 erkrankten Augen unserer Studie, ergab sich ebenfalls kein signifikanter Wachstumsunterschied. In einer Studie von Kora et al (1993) mit 18 Augen von Kindern zwischen 7-15 Jahren beschreiben die Autoren, dass die von ihnen untersuchten Augen eine Myopie nach Operation mit IOL entwickelten. Ein signifikanter Unterschied zu den gesunden Augen im Längenwachstum wurde aber ebenfalls nicht festgestellt. Mc Clatchey et al (1997) fanden bei 93 nachuntersuchten Augen von unter 1 bis 9 Jahre alten Kindern bei den unter 2 jährigen einen großen myopischen Shift mit einem signifikant erhöhtem Längenwachstum. Bei den älteren Kindern war kein erhöhtes Längenwachstum mehr festgestellt worden. Im Alter ab 2 Jahren bei der Operation hatten beide Autoren keine signifikant höhere Längenentwicklung im Zusammenhang mit myopischen Augen festgestellt, was auch unseren Ergebnissen entspricht. Der Wachstumsunterschied von Augen mit schlechter Sehschärfe, welche sich vorrangig aus kongenital einseitig erkrankten Augen zusammensetzte, zu den Augen mit guter Sehschärfe stellte sich in unserer Studie als signifikant dar. Die 34 Augen mit schlechter Sehschärfe hatten bei der letzten Bulbuslängenmessung signifikant längere Augen als die Vergleichsgruppe der 18 Augen mit guter Sehschärfe. Dies wurde auch in anderen von uns beschriebenen Studien dokumentiert. Rasooly et al (1988), Parks et al (1993), sowie Knight Nanan et al (1996) hatten ähnliche Ergebnisse erhalten.

Wichtig bei der Behandlung einer kindlichen Katarakt bleibt weiterhin die Früherkennung und die frühest mögliche Behandlung, da nach wie vor die Erkrankung in den ersten Wochen, bzw. schon zum Zeitpunkt der Geburt, die größten Schwierigkeiten entstehen läßt. Das Auge ist von Geburt an für seine normale Entwicklung auf klare Seheindrücke angewiesen, die bei einer Linsentrübung nicht entstehen können. Durch die frühe und relativ kurze Entwicklungsphase des Auges ergeben sich dadurch weiterhin durchschnittlich schlechtere Ergebnisse für Kinder mit kongenitaler Katarakt, in Bezug auf die zu erlangende Sehschärfe und Refraktion, als für Kinder, die später an einer Katarakt erkrankten. Kinder- und Augenärzte nutzen die diag-

nostischen Möglichkeiten zur Früherkennung einer Katarakt im Säuglingsalter häufig nicht aus. Die routinemäßige Untersuchung von Neugeborenen durch Augenärzte zur Feststellung von Erkrankungen am Auge sind im Leistungsumfang der gesetzlichen Krankenkassen nicht vorgesehen. Oft werden Besonderheiten erst zu einem Zeitpunkt durch die Eltern festgestellt, der für eine Behandlung mit optimalen Ergebnissen zu spät ist.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die rechtzeitige Diagnose und Behandlung kindlicher Katarakte ist von großer Wichtigkeit. Ein Hindernis in der visuellen Achse während der Periode sensorischer Vulnerabilität führt zur Amblyopie, insbesondere wenn diese innerhalb der ersten 3 Lebensmonate stattfindet. Wir untersuchten inwiefern sich das Wachstum der Augen je nach verschiedenen Kataraktformen verhält.

In unserer Studie wurden retrospektiv die Krankenakten von 44 Patienten mit 58 erkrankten Augen ausgewertet, die im Zeitraum von 1992-1996 an der Augenklinik des Frankfurter Universitätsklinikums, Abteilung für Kinderaugenheilkunde, operiert wurden. Das Alter zum Zeitpunkt der Operation reichte in der Gruppe der 29 (50,0%) kongenitalen Katarakte von 1 Woche bis 10 Jahren, mit einem Durchschnitt von 2 Jahren und 5 Monaten. Die 16 (27,6%) Augen mit entwicklungsbedingter Katarakt waren in einem Alter zwischen 3 und 14 Jahren, mit einem Durchschnittsalter von 6 Jahren und 11 Monaten operiert worden, während das Alter zum Zeitpunkt der Operation bei den 13 (22,4%) traumatischen Katarakten von 3 Jahren und 4 Monaten bis 9 Jahren reichte, mit im Mittel 6 Jahren und 3 Monaten.

Die Bulbuslängen veränderten sich in einem mittlerem Beobachtungszeitraum von 3 Jahren und 1 Monat bei den kongenitalen Katarakten um durchschnittlich 2,34 mm von 19,80 auf 22,14 mm, in der Gruppe der entwicklungsbedingten Katarakte um durchschnittlich 0,86 mm von 22,33 auf 23,19 mm und bei den Augen mit traumatischer Katarakt um durchschnittlich 1,53 mm von 21,95 auf 23,48 mm.

Unsere mit dem U-Test nach Mann und Whitney durchgeführten Vergleiche ergaben, bis auf zwei Ausnahmen, keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Bulbuslängenwachstum in den verschiedenen Alters- und Ursachengruppen. Als wichtig erwies sich jedoch das signifikant unterschiedliche Bulbuslängenwachstum von 1,52 mm im Vergleich der 18 Augen mit schlechter Sehschärfe (Augen mit einem Visus von 0,2 und darunter) zu den 34 Augen mit guter Sehschärfe (Augen mit einem Visus von 5,0 und darüber). Augen mit schlechter Sehschärfe zeigten ein signifikant höheres Längenwachstum als Augen mit guter Sehschärfe. Bei dem Vergleich der 14 kongenital beidseitig aphaken Augen zu den 13 entwicklungsbedingt beidseitig pseudophaken Augen zeigte sich ein signifikant höheres Wachstum von Augen mit kongenitaler Katarakt. Einschränkend auf dieses Ergebnis wirkt, dass die entwicklungsbedingte Katarakt in einem Alter entstanden ist, als die Phase mit dem größten Wachstumsschub der Augen schon vorüber

war. Dadurch nimmt sie weniger Einfluß auf die Längenentwicklung des Auges als eine kongenitale Katarakt.

Das Alter zum Zeitpunkt der Operation scheint der wichtigste Faktor für die Längenentwicklung des Auges zu sein. Eine kongenitale Katarakt mit ihrem frühen Operationszeitpunkt hat großen Einfluß auf die Längenentwicklung des Auges. Kongenital einseitig aphake Augen zeigten allgemein im Vergleich zu anderen Gruppen nach der Geburt und Operation häufig das größte Bulbuslängenwachstum.

Die Früherkennung und frühest mögliche Behandlung einer kindlichen Katarakt sowie die Amblyopienachbehandlung sind neben einer erfolgreichen Operation für das Erreichen einer guten Sehschärfe von größter Bedeutung.

7 LITERATURVERZEICHNIS

- Awner S, Buckley EG, De Varo JM, Seaber JA
Unilateral pseudophakia in children under 4 years
J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1996; 33:230-236
- Basti S, Ravishankar U, Gupta S
Results of a prospective evaluation of three methods of management
of pediatric cataracts
Ophthalmology 1996; 103:713-720
- Buckley EG, Klombers LE, Seaber JH, Scalise-Gordy A, Minzter R
Management of the posterior capsule during pediatric intraocular
lens implantation
Am J Ophthalmol 1993; 115:722-728
- Crouch ER, Pressman SH, Crouch ER
Posterior chamber intraocular lenses: longterm results in pediatric
cataracts patients
J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1995; 32:210-218
- Dahan E, Drusedau MUH
Choice of lens and dioptric power in pediatric pseudophakia
J Cataract Refract Surg 1997; 23:618-623
- Drummond GT, Scott WE, Keech RV
Management of monocular congenital cataracts
Arch Ophthalmol 1989; 107:45-51
- Foster A, Gilbert C, Rahi J
Epidemiology of cataract in childhood: a global perspective
J Cataract Refract Surg 1997; 23:601-604
- Gee SS, Tabbara KF
Increase in ocular axial length in patients with corneal opacification
Ophthalmology 1988; 95:1276-1278
- Gimbel HV, Ferenowicz M, Raanan M, DeLuca M
Implantation in children
J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1993; 30:69-79

- Gimbel HV, Basti S, Ferensowicz M, DeBroff BM
Results of bilateral cataract extraction with posterior chamber intra-ocular lens implantation in children
Ophthalmology 1997; 104:1737-1743
- Gordon RA, Donzis PB
Refractive development of the human eye
Arch Ophthalmol 1985; 103:785-789
- Gupta AK, Grover AK, Gurha N
Traumatic cataract surgery with intraocular lens implantation in children
J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1992; 29:73
- Hoyt CS, Stone RD, Fromer C
Monocular axial myopia associated with neonatal eyelid closure in human infants
Am J Ophthalmol 1981; 91:197-200
- Huber C
Increasing myopia in children with intraocular lenses (IOL): An experiment in form deprivation myopia
Eur J Implant Ref Surg 1993; 5:154-158
- Hutchinson AK, Drews-Botsch C, Lambert SR
Myopic shift after intracular lens implantation during childhood
Ophthalmology 1997; 104:1752-1757
- Hutchinson AK, Wilson ME, Saunders RA
Outcomes and ocular growth rates after intraocular lens implantation in the first 2 years of life
J Cataract Refract Surg 1998; 24:846-852
- Jain IS, Pillai P, Gangwar DN, Gopal L, Dhir SP
Congenital cataracts: management and results
J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1983; 20:243-246
- Johnson AJ, Post RB, Chalupa LM, Lee TJ
Monocular deprivation in humans: a study of identical twins
Invest Ophthalmol Vis Sci 1982; 23:135-138

- Klais C, Rossillion B, Hattenbach LO, Tessmer C, Fries U, Zubcov AA
Ocular growth after cataract surgery in children
Invest Ophthalmol Vis Sci 1999; 40:695
- Klais C, Hattenbach LO, Mikowski A, Fries U, Zubcov AA
Axiales Bulbuslängenwachstum nach Katarakt-Operation im Kindesalter
Ophthalmologe 1999; 1-99:35
- Klais C, Kohnen T, Fries U, Stärk N, Zubcov A, Tessmer C
Zunahme des Bulbuslängenwachstums nach Katarakt-Operation und IOL-Implantation im Kindesalter
In: 13. Kongreß der DGII 1999, Ohrloff C (ed), Kohnen T (ed), Wenzel M (ed)
pp 276-280 Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2000
- Knight-Nanan D, O'Keefe M, Bowell R
Outcome and complications of intraocular lenses in children with cataract
J Cataract Refract Surg 1996; 22:730-736
- Kora Y, Koike M, Suzuki Y, Inatomi M, Fukado Y, Ozawa T
Errors in IOL power calculations for axial high myopia
Ophthalmic Surgery 1991; 22:78-81
- Kora Y, Kiyoshi S, Makoto I, Yoshinao F, Tetuma O
Eye growth after cataract extraction and intraocular lens implantation in children
Ophthalmic Surgery 1993, 24:467-475
- Kora Y, Yaguchi S, Inatomi M, Ozawa T
Preferred postoperative refraction after cataract surgery for high myopia
J Cataract Refract Surg 1995; 21:35-38
- Kylies H, Schulz E
Refraktionsentwicklung bei beidseitigen kongenitalen Katarakten
Fortschr Ophthalmol 1991; 88:812-814
- Lambert S, Fernandes A, Drews-Botsch C, Tigges M
Pseudophakia retards axial elongation in neonatal monkey eyes
Vis Sci 1996; 37:451-458

- Mc Clatchey SK, Parks MM,
Theoretic refractive changes after lens implantation in childhood
Ophthalmology 1997; 104:1744-1751
- Mc Clatchey SK, Parks MM
Myopic shift after cataract removal in childhood
J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1997; 34:88-95
- Mutti DO, Zadnik K, Fusaro RA, Friedman NE, Sholtz RI, Adams AJ
Optical and structural development of the crystalline lens in
childhood
Invest Ophthalmol Vis Sci 1998; 39:120-133
- Parks MM, Johnson DA, Reed GW
Long term visual results and complications in children with aphakia
Ophthalmology 1993; 100:826-841
- Plager DA, Lipsky SN, Snyder SK, Sprunger DT, Ellis FD, Sondhi N
Capsular management and refractive error in pediatric intraocular
lenses
Ophthalmology 1997; 104:600-607
- Rasooly R, Ben Ezra D
Congenital and traumatic cataracts: the effect on ocular axial length
Arch Ophthalmol 1988; 106:1066-1068
- Schaeffel F, Zrenner E
Steuerung des Längenwachstums durch Sehen
Deutsches Ärzteblatt 1997; 94:892-899
- Sinskey RM, Stoppel JO, Amin PA
Ocular axial length changes in a pediatric patient with aphakia and
pseudophakia
J Cataract Refract Surg 1993; 19:787-788
- Sorkin JA, Lambert SR
Longitudinal changes in axial length in pseudophakic children
J Cataract Refract Surg 1997; 23:624-628

- Stärk N, Zubcov AA, Fries U
Monokulare und binokulare kindliche Katarakte: Ist die IOL der KL bei der Amblyopietherapie überlegen?
Z prakt Augenheilkunde 1992; 13:355-362
- Stärk N, Zubcov AA, Stahl E
Aphakiekorrektur und Amblyopiebehandlung bei kindlichen Kataraktoperationen
In: 11. Kongreß der DGII 1997, Ohrloff C (ed)
pp267-273 Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1998
- Stahl E, Zubcov AA, Schnaudigel OE, Fries U, Stärk N
Die kindliche Katarakt-Visusprognose und Nachstarinzidenz nach kapsel-sackfixierter IOL-Implantation
In: 11. Kongreß der DGII 1997, Ohrloff C (ed)
pp280-294 Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1998
- Stahl E, Zubcov AA, Schnaudigel OE, Fries U, Ohrloff Ch, Stärk N
Kapselsack-fixierte IOL-Implantation bei der kindlichen Katarakt
Ophthalmologe 1998; 95:88-91
- Tigges M, Tigges J, Fernandes A, Eggers HM, Gammon JA
Postnatal axial eye elongation in normal and visually deprived rhesus monkeys
Invest Ophthalmol Vis Sci 1990; 31:1035-1046
- Troilo D, Wallman J
The regulation of eye growth and refractive state: an experimental study of emmetropization
Vision Res 1991; 31:1237-1250
- Von Noorden GK, Lewis RA
Ocular axial length in unilateral congenital cataracts and blepharoptosis
Invest Ophthalmol Vis Sci 1987; 28:750-752
- Wallman J
Nature and Nurture of myopia
Nature 1994; 371:201-202

Wiesel TN, Raviola E

Myopia and eye enlargement after neonatal lid fusion in monkeys
Nature 1977; 266: 66-68

Wiesel TN, Raviola E

Increase in axial length of the macaque monkey eye after corneal
opacification
Invest Ophthalmol Vis Sci 1979; 18:1232-1236

Zubcov AA, Wüllenweber Ch, Stärk N

Binokularfunktion nach Kataraktoperation im Kindesalter
Ophthalmologie 1994; 91:95

Zubcov AA, Stahl E, Rossillion B, Nutzenberger A, Kohnen Th, Ohrloff Ch, Stärk N

Stereopsis after primary in-the-bag posterior chamber implantation
in children
J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1999; 3(4):227-233

8 TABELLARISCHER ANHANG

8.1 Erhebungsbogen zur Erfassung der Patientendaten

ERHEBUNGSBOGEN		Nr.	
1. IDENTIFIKATION			
1.1. Name, Vorname	[REDACTED]		
1.2. Geburtsdatum	[REDACTED]		
2. DIAGNOSE			
2.1. 1 = einseitige Cataract rechtes Auge 2 = einseitige Cataract linkes Auge 3 = beidseitige Cataract	[REDACTED]		
2.2. 1 = congenital 2 = entwicklungsbedingt 3 = traumatisch 4 = congenital und PHPV/Art. hyal. pers./...	[REDACTED]		
3. CATARACT OP			
3.1. Alter des Patienten bei OP	[REDACTED]		
3.2. bei beidseitiger Cataract: 1 = OP rechtes Auge 2 = OP linkes Auge	[REDACTED]		
3.3. 1 = Linsenabsaugung ohne IOL 2 = Linsenabsaugung mit IOL	[REDACTED]		
Wenn 2 dann Linsentyp: Model	[REDACTED]		
Power	[REDACTED]		
3.4. 1 = vordere Vitrektomie 2 = hintere Rhexis 3 = optic capture	[REDACTED]		
4. BULBUSLÄNGENMESSUNG / BIOMETRIE (Angaben in mm)			
4.1. Bulbuslänge 1 / präoperativ	R [REDACTED]	L [REDACTED]	Zeitabstand zu OP
4.2. Bulbuslänge 2 / postoperativ	R [REDACTED]	L [REDACTED]	[REDACTED]
4.3. Bulbuslänge 3 / postoperativ	R [REDACTED]	L [REDACTED]	[REDACTED]
4.4. Berechnung für myopischen Shift			Zeitabstandzw. d. Messungen:
Bulbuslänge [M2] — Bulbuslänge [M1]	R [REDACTED]	L [REDACTED]	[REDACTED]
Bulbuslänge [M3] — Bulbuslänge [M2]	R [REDACTED]	L [REDACTED]	[REDACTED]
Bulbuslänge [M3] — Bulbuslänge [M1]	R [REDACTED]	L [REDACTED]	[REDACTED]

8.1 Erhebungsbogen zur Erfassung der Patientendaten (Fortsetzung)

5. VISUSMESSUNG (FERNVISUS)		
5.1. Visusmessung 1 / präoperativ	Vcc R	Vcc L
	Vsc R	Vsc L
5.2. Visusmessung 2 / postoperativ	Vcc R	Vcc L
	Vsc R	Vsc L
Abstand der Messung zur OP		
5.3. Visusmessung 3 / postoperativ	Vcc R	Vcc L
	Vsc R	Vsc L
Abstand der Messung zur OP		
5.4. Visusmessung 4 / best korrigiert	Vcc R	Vcc L
	Vsc R	Vsc L
Abstand der Messung zur OP		
<hr/>		
6. SKIASKOPIE		
6.1. Messung 1 / präoperativ	R	L
Sphärisches Äquivalent		
6.2. Messung 2 / postoperativ	R	L
Sphärisches Äquivalent		
Abstand der Messung zur OP		
6.3. Messung 3 / postoperativ	R	L
Sphärisches Äquivalent		
Abstand der Messung zur OP		
6.4. Messung 4 / postoperativ	R	L
Sphärisches Äquivalent		
Abstand der Messung zur OP		
 (Sphärisches Äquivalent = sphärischen Wert + $1/2$ cylindrischen Wert)		
<hr/>		
7. NACHBEHANDLUNG		
7.1. Nachstar		
1 = ja		
2 = nein		
Wenn 1 dann:		
1 = Yag Laser		
2 = OP Nachstarabsaugung/ Nachstardiscision		

9 EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die dem Fachbereich Humanmedizin zur Promotionsprüfung vorgelegte eingereichte Arbeit mit dem Titel

„Die kindliche Katarakt und ihre Auswirkung auf das Bulbuslängenwachstum“

im Zentrum der Augenheilkunde des Klinikums der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main unter Leitung von Frau Priv.-Doz. Dr. med. A. Zubcov und mit deren Anleitung und Unterstützung ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- oder ausländischen Zahnmedizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

10 LEBENS LAUF

NAME:	Cornelia Tessmer
GEBURTSDATUM:	03.April 1969
GEBURTSORT:	Frankfurt am Main
1975 -1979	Grundschule, Frankfurt am Main
1979 -1988	Bettina Gymnasium, Frankfurt am Main
1988	Abschluß Abitur
WS1988 -SS1994	Studium der Zahnmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main
22.07.94	Approbation als Zahnärztin
12.09.94 –31.12.96	Assistenz-Zahnärztin
seit 01.01.97	Selbständig in einer Gemeinschaftspraxis, Frankfurt am Main