

Aus der Augenklinik Berlin - Marzahn

Dissertation

Implantation von Multifokallinsen in der Augenklinik Berlin - Marzahn

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät der Charité –
Universitätsmedizin Berlin

von

Christian Schich
aus Berlin

Gutachter: 1. Doz. Dr. med. habil. U. Dietze

2. Prof. Dr. Dr. P.-W. Rieck

3. Prof. Dr. B. Dick

Datum der Promotion: 23.09.2007

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	6
1.1 Entwicklung und derzeitiger Stand multifokaler Intraokularlinsen	6
1.2 Optische Wirkprinzipien	13
<hr/>	
2 Zielstellung der Arbeit	15
<hr/>	
3 Material und Methoden	16
3.1 Gewinnung der Daten	16
3.2 Erfassungsbogen	16
3.3 Kontraindikationen	17
3.4 Fragebogen	18
3.5 Patientendaten	20
3.6 Operationstechnik	21
3.7 Linsentypen	22
3.8 Statistische Auswertung	24
3.9 Untersuchung Kontrastsehen	25
<hr/>	
4 Ergebnisse	26
4.1 Retrospektive Analyse	26

4.1.1 Präoperative Nebenbefunde und Nebendiagnosen	26
4.1.2 Fernvisus ohne Korrektur	27
4.1.3 Fernvisus mit Korrektur	30
4.1.4 Nahvisus	33
4.1.5 Astigmatismus	35
4.2 Subjektive Daten	37
4.2.1 Brillentrageverhalten	37
4.2.2 Optische Phänomene	38
4.2.3 Änderung der Farbwahrnehmung und des Dämmerungssehens	40
4.2.4 Blendempfindlichkeit und Teilnahme am Straßenverkehr	42
4.2.5 Bewertung des Operationsergebnis	45
4.3 Postoperativer Verlauf	48
4.3.1 Postoperative Komplikationen	48
4.3.2 Visus 4,14 Jahre postoperativ	49
4.3.3 Zufriedenheit und Brillentrageverhalten nach 4,14 Jahren	49
4.3.4 Kontrastsehen nach 4,14 Jahren	50
.....	
4.4 Fallvorstellungen	51

4.4.1 Multifokallinsenimplantation nach Contusio bulbi bei einem 14jährigen Patienten	51
4.4.2 Asymmetrische Multifokallinsenimplantationen	52
4.5 Ergebnisse nach Implationen von diffraktiven Multifokallinsen vom Typ AcrySof ReStor SN60D3	53
.....	
5 Diskussion	56
.....	
6 Zusammenfassung	71
.....	
7 Verzeichnis der benutzten Abkürzungen	74
.....	
8 Literatur	75

1 Einleitung

1.1 Entwicklung und derzeitiger Stand multifokaler Intraokularlinsen

Die Behandlung der Katarakt mittels Linsenentfernung und anschließender Kunstlinsenimplantation ist der am häufigsten durchgeführte Eingriff in der Medizin [10,15]. Die Kunstlinsenimplantation bietet die Möglichkeit, die getrübte Linse zu ersetzen und gleichzeitig Refraktionsfehler auszugleichen. Bis zum heutigen Zeitpunkt ist keine wirksame konservative Therapie zur Behandlung der Katarakt bekannt.

Bereits vor über 2000 Jahren wurde versucht die Katarakt mittels Starstich (Reklination) zu behandeln. Dabei wurde ein spitzes Instrument durch die Hornhautperipherie geführt und die getrübte Linse nach hinten in den Glaskörperaum luxiert, so dass die getrübte Linse aus der optischen Achse entfernt wurde. Diese Methode war mit vielen Komplikationen u.a. mit Infektionen und Sekundärglaukom verbunden [10].

Jacques Daviel führte 1745 die erste extrakapsuläre Staroperation durch, indem er nach einem Hornhautschnitt die vordere Linsenkapsel eröffnete, den Kern löste und ihn bei leichtem Druck auf den Bulbus nach unten herabgleiten ließ [90].

A. v. Graefe führte 1866 den ersten Starschnitt oben am Limbus durch [59].

1949 implantierte Sir Harold Ridley am Londoner St.Thomas'Hostpital erfolgreich die erste Intraokularlinse. Er setzte nach extrakapsulärer Kataraktextraktion eine Hinterkammerlinse mit Kapselsackfixation ein. Aufgrund der postoperativen Komplikationen (Korneaödem, Uveitis, UGH-Syndrom) wurde die von Ridley vorgeschlagene Lokalisation der Intraokularlinse in der Hinterkammer zunächst abgelehnt und die Vorderkammerlinse bevorzugt. Es traten jedoch auch hier schwere Komplikationen wie Glaukom, Korneaödem und Uveitis auf, so dass andere Verfahren angewandt wurden. Es kamen Iris getragene Linsen (Iris-clip-Linse) oder sklerafixierte Linsen zur Anwendung [92].

Die intrakapsuläre Kataraktextraktion (ICCE) war, bis 1970 Pearce die extrakapsuläre Kataraktextraktion (ECCE) wieder entdeckte und mehrfach erfolgreich durchführte, die Methode der Wahl. Sie wird jedoch heute fast nur noch bei Patienten mit luxierten oder subluxierten Linsen eingesetzt [15].

Zur Wiederherstellung einer guten Sehschärfe in der Nähe und Ferne ohne die

Zuhilfenahme einer Brille gibt es im Rahmen der Kataraktchirurgie mehrere Möglichkeiten:

Zum einen durch das Prinzip der „Monovision“; hier liegt der Fernpunkt eines Auges im Unendlichen und des Begleitauges im Leseabstand. Hierbei kann es zur Beeinträchtigung des Binokularsehens kommen.

Ein anderer Ansatzpunkt zum Erreichen einer Brillenunabhängigkeit war das Prinzip von akkommodativen Intraokularlinsen. Akkommodative Intraokularlinsen sollten durch ihre Mechanik eine Refraktionsänderung bewirken.

Multifokale Intraokularlinsen beruhen auf den optischen Prinzipien der Refraktion oder Diffraktion; dabei sind diffraktive Multifokallinsen eigentlich keine multi- sondern bifokale Intraokularlinsen [6, 94].

Zunächst wurden Linsen vom refraktiven Typ entwickelt, deren Design eine Kombination zweier sphärischer Zonen unterschiedlicher Refraktion aufwies.

Die erste Multifokallinse wurde im Jahr 1986 von John Pearce implantiert. Es handelte sich hierbei um eine Bifokallinse mit zentralem Nahteil und peripherem Fernteil. Diese Zonen des Linsentyps, heute von Fa. Iolab mit Namen „Nuvue“ vertrieben, sind vom Pupillendurchmesser abhängig; bei enger Pupille ist nur der Nahteil aktiv. Es wurden daher Multifokallinsen entwickelt, die mehrere Zonen unterschiedlicher Refraktion aufweisen. Von vielen Herstellern, wie den Firmen Alcon, Morcher, Pharmacia und Storz, wurden 3-Zonen-Multifokallinsen angeboten. Hierbei handelte es sich zunächst um nichtfaltbare Intraokularlinsen aus PMMA, wodurch infolge des größeren Starschnittes ein höherer postoperativer Astigmatismus entsteht als bei faltbaren Intraokularlinsen. Auch eine 7-Zonen-Multifokallinse der Fa. Morcher hat sich wegen der verminderten Kontrastabbildungsschärfe und dem schlechten Visus nicht bewährt [15, 92].

Multifokale Intraokularlinsen können aufgrund der simultanen Abbildung mehrerer Bilder auf der Netzhaut sowie durch die Reflexion an den Grenzflächen der refraktiven Zonen zu einer Verminderung der Kontrastsehschärfe und vermehrten Blendempfindlichkeit führen [15, 33].

Eine oft verwendete faltbare Multifokallinse vom refraktiven Typ mit FDA-Zulassung ist die Array-MIOL der Fa. Allergan Medical Optics (siehe Abb.1). Diese Multifokallinse wird nicht mehr produziert, aufgrund der guten Erfahrungen von uns dennoch verwendet.

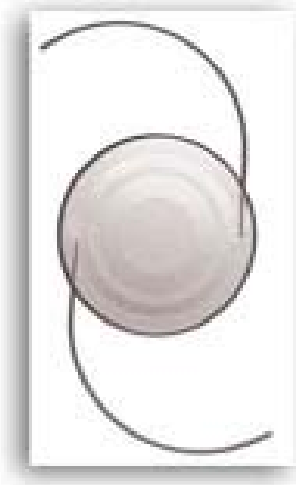


Abb. 1: Array SA 40 N

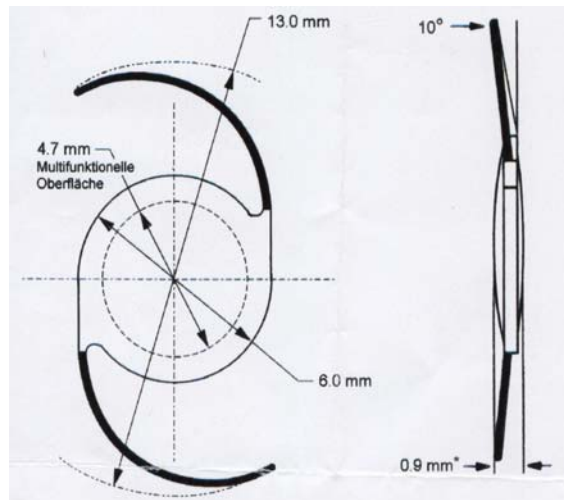


Abb. 2: Array SA 40 N (Aufriss)

Ein weiterer Vertreter von refraktiven Multifokallinsen ist die faltbare hydrophile Acryllinse MF4 (siehe Abb.3) mit vier konzentrischen Zonen der Firma IOLtech.



Abb. 3: MF4



Abb.4: Nichtfaltbare
Hinterkammerlinse 811E

Diffraktive pseudoakkommodative Multifokallinsen hingegen basieren in der Funktionsweise auf den bereits seit 1986 entwickelten diffraktiven Kontaktlinsen. Durch Ablenkung bzw. Beugung von Lichtstrahlen werden unterschiedliche Brennpunkte erzeugt. Aufgrund der Interferenz entfallen bei diffraktiven Linsen maximal 41% der einfallenden Lichtenergie auf Fern- und Nahfokus. Ein großer

Teil geht als Streulicht verloren [6]. Die erste diffraktive Multifokallinse wurde 1987 von Fa. 3M angeboten.

Die diffraktive bifokale Multifokallinse Modell 811E (siehe Abb. 4) ist eine nichtfaltbare Polymethylmethacrylat (PMMA) - Linse mit Heparin beschichteter Oberfläche.

Die Implantation von nichtfaltbaren Intraokularlinsen führt aufgrund der notwendig größeren Inzision zu einem höherem postoperativen Astigmatismus als die Implantation von faltbaren Intraokularlinsen.

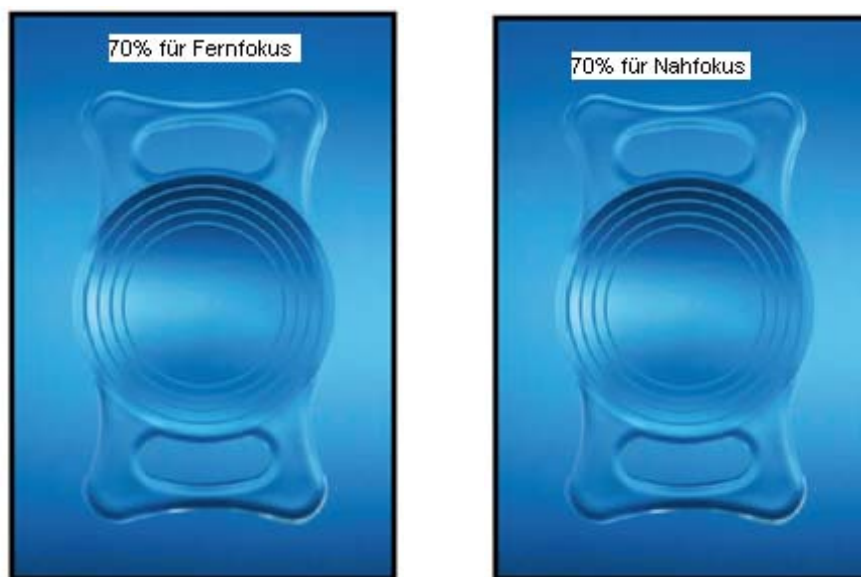


Abb. 5: Faltbare Hinterkammerlinsen Acri.Twin Set 447D/443D

Auch die asymmetrische Implantation von Multifokallinsen mit unterschiedlicher Fokusverteilung wurde durchgeführt [15]. Diffraktive faltbare Bifokallinsen werden beispielsweise von der Firma Acritec mit unterschiedlicher Fokusverteilung angeboten (siehe Abb.5). Hier erhält das führende Auge 70% der Lichtintensität für den Fernfokus und das andere Auge 30% für den Fernfokus. Die restlichen Anteile stehen jeweils dem Nahfokus bereit.

Ein Vertreter diffraktiver Silikon-Multifokallinsen neuerer Generation ist die ZM001 (siehe Abb.6) der Firma AMO. Sie besitzt neben der multifokalen Optik auch eine asphärische Vorderfläche, was zur Reduzierung der sphärischen Aberration führt. Zudem hat sie einen Nahzusatz von + 4,0 Dioptrien, besitzt eine scharfe Optikkante und ist faltbar.

Die AcrySof ReStor–Multifokallinse (siehe Abb.7) ist die erste Linse mit kombiniertem diffraktiv-refraktiven Optikdesign. Diese Linse ist aus hydrophobem Acrylat. Die ReZoom-Intraokularlinse (Abb. 8) ist eine refraktive Multifokallinse und besteht ebenfalls aus hydrophobem Acrylat mit scharfer Optikkante.



Abb. 6: TECNIS multifocal ZM001



Abb.7: AcrySof ReStor Multifokallinse



Abb.8: ReZoom Multifokal IOL

Akkommodationsfähige Linsen sollen entweder durch Verformung oder durch axiale Verschiebung eine Refraktionsänderung bewirken [64]. Ein Vertreter ist die faltbare Silikon-IOL mit Plattenhaptik AT-45 Crystal Lens von C & C Vision (siehe Abb.9), bei der es durch Kontraktion des Ziliarmuskels zu einer axialen Verschiebung zwischen Optik und Haptik kommen soll.

Nach einem ähnlichen Prinzip arbeitet die faltbare Hinterkammerlinse 1CU aus hydrophilem Acryl von Humanoptics (siehe Abb.10).



Abb. 9: AT-45 Crystal Lens



Abb. 10: Hinterkammerlinse 1CU

Die diskusförmige PMMA Ringwulst-IOL mit abgewinkelter Haptik Typ 43 von Morcher (siehe Abb. 11) soll durch ihr spezielles Design und durch die Verformbarkeit des Materials einen akkommodativen Effekt erreichen [15].



Abb. 11: Ringwulst-IOL Typ 43

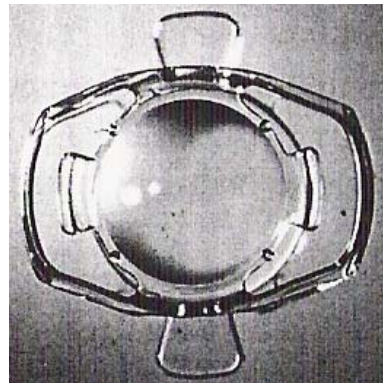


Abb.12: Synchrony

Das Linsensystem Synchrony (Abb.12) soll schon bei geringen Vorwärtsbewegungen eine Akkommodationsleistung von zwei bis drei Dioptrien erzeugen. Das Linsensystem besteht aus einer + 30 Dioptrien anterior und einer variablen posterior gelegenen Linse, welche mit einem Scharnier verbunden sind [3]. Auch Implantate mit winzigen Permanentmagneten wurden entwickelt. Hierbei befindet sich der eine Pol im Kapselsack und der andere Pol subconjunctival. Äußere und innere Magnete sind hierbei so angebracht, dass sie sich voneinander abstoßen. Durch eine radiale Bewegung der Zonulakräfte wird eine axiale Bewegung hervorgerufen. Versuche mit diesen Linsen wurden jedoch bisher nur an Schweineaugen durchgeführt [78, 80].

Die Sklera-Expansion, eine ursprünglich von Schachar entwickelte Methode, ist ein Verfahren, bei dem es durch vier intraskleral implantierte Kunststoffstäbchen zu einer Verlagerung der Sklera nach außen kommen soll, womit es zur Anspannung der Zonulafasern kommt und was schließlich zur Linsenverformung führt. Es kam nur bei einigen Patienten kurzfristig zu einer Verbesserung des Nahsehens. Die American Academy of Ophthalmology rät daher von diesem Verfahren ab [11].

Eine weitere Methode, um eine relative Akkommodationsfähigkeit zu erreichen, ist der so genannte Phako-Ersatz durch Linsenauffüllung („Lens refilling“). Sie befindet sich noch im experimentellen Stadium. Hier wird nach einer minizirkulären

Kapsulorhexis und Phakoemulsifikation der Linsenersatz in den Kapselsack injiziert und anschließend der Kapselsack wieder verschlossen. Hier existieren mehrere Forschungsgruppen, die unterschiedliche Materialien verwenden. Nishi und Mitarbeiter implantieren einen aufblasbaren Silikonballon. Die Kapsulorhexis wird anschließend mit einem Silikonstöpsel wieder verschlossen. In der Gruppe von Häfliger und Mitarbeiter wird vorbehandeltes polymerisiertes Silikon injiziert. Assia und Mitarbeiter implantieren eine dehydrierte expansible Hydrogellinse, die im Kapselsack vom Kammerwasser aufquillt und die Form einer Intraokularlinse annimmt. In der Gruppe von Hettlich wird die Kapsel mit einem Akrylpolymer aufgefüllt und anschließend durch Bestrahlung mit blauem Licht polymerisiert. Ähnlich wie Hettlich und Mitarbeiter arbeitet die Gruppe um Wesendahl. Hier wird die Hydrogelzubereitung mit Gammastrahlen polymerisiert. Bei Primaten konnte jeweils eine gewisse Akkommodation durch den flexiblen Linsenersatz in unterschiedlicher Stärke ($4,6 \pm 2,5$ dpt) erreicht werden [4, 68, 78].

Nishi hat um den vorderen Nachstar zu umgehen, eine Methode entwickelt, bei der eine schmale IOL, die die vordere Linsenkapsel im Bereich der Kapsulorhexis wieder verschließt, implantiert wird. Nach Entfernung des Viskoelastikums kann das Silikongemisch injiziert werden [67].

1.2 Optische Wirkprinzipien

1.2.1 Prinzip der Refraktiven Multifokallinse

Refraktive Multifokallinsen haben durch ihr wellenförmiges Profil der Linsenoberfläche mehrere Brennweiten. Es werden simultan mehrere Bilder auf der Netzhaut abgebildet (Abb.13). Hierbei haben die einzelnen Zonen eine unterschiedliche Refraktion und dadurch wird scharfes Sehen in der Nähe und auch Ferne ermöglicht. Durch den fließenden Übergang der einzelnen Zonen ist im Vergleich zu diffraktiven Multifokallinsen mit reduziertem Auftreten von Streulicht zu rechnen [42]. Die Übergangszonen bilden Objekte aus dem Intermediärbereich auf der Netzhaut ab.

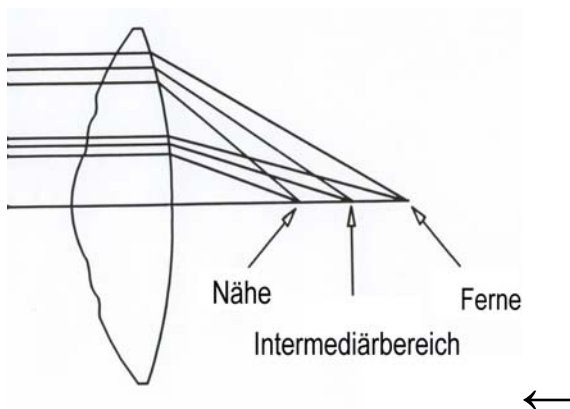


Abb.13: Multifokallinse mit unterschiedlichen refraktiven Zonen

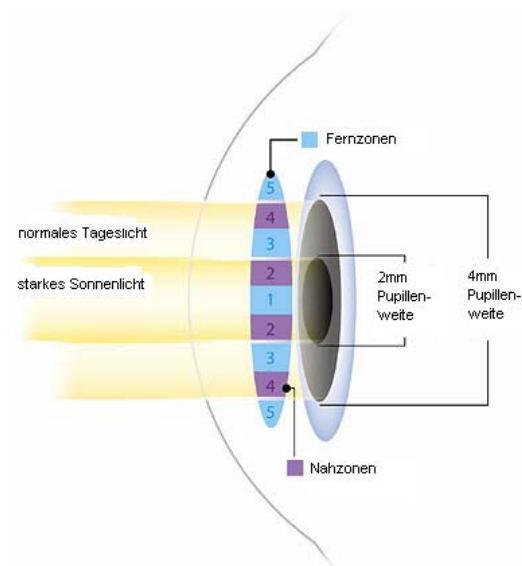


Abb.14: Verteilung der einzelnen Zonen bei unterschiedlicher Lichtintensität

1.2.2 Prinzip der diffraktiven Multifokallinse

Diffraktive Multifokallinsen haben eine Oberfläche mit konzentrischen Ringen (Echeletten) unterschiedlicher Stufenhöhe. Diese Ringe bilden ein Phasengitter, welches zur Beugung der Strahlen führt. Hier kommt es zur Interferenz, was entweder zur Schwächung oder zur Verstärkung der Lichtintensität führt. Es entstehen Interferenzbilder unterschiedlicher Ordnung. Durch die Ablenkung der Strahlen können zwei unterschiedliche Brennpunkte erzeugt werden. Nachteile, die sich durch die Stufenbildung der Rückfläche ergeben, sind vermehrtes Streulicht und damit eine erhöhte Blendung sowie vermindertes Kontrastsehen [6].

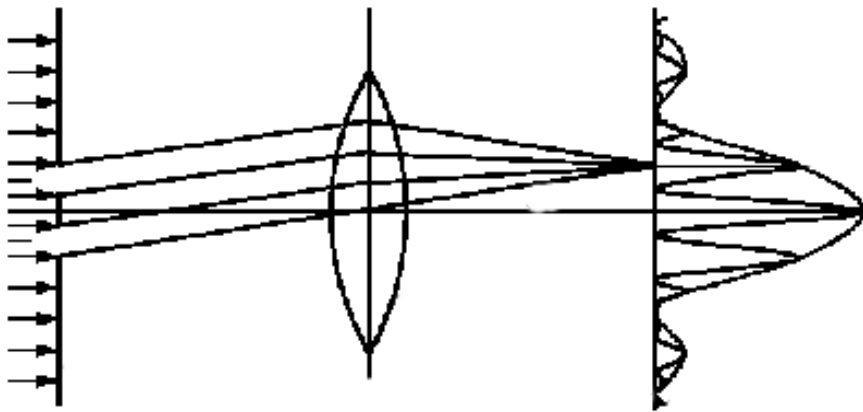


Abb.15: Diffraction am Doppelspalt

2. Zielstellung der Arbeit

Heutzutage sind circa ein Dutzend verschiedene Multifokallinsen auf dem Markt.

In der Augenklinik Berlin-Marzahn wurden seit 02/1998 bis 12/2005 413 Multifokallinsen implantiert. Anliegen dieser Arbeit ist es herauszufinden, inwieweit Patienten nach der Implantation von faltbaren Multifokallinsen vom Typ Array SA 40N zufrieden sind und wie sich diese Intraokularlinsen im Alltagsleben bewähren. Es soll geklärt werden, ob die verbreiteten Vorurteile - auch unter Augenärzten - gegenüber Multifokallinsen gerechtfertigt sind.

Anhand eines Vergleichs mit Monofokallinsen soll untersucht werden, welche Unterschiede zwischen Mono- und Multifokallinsen bestehen. Es werden Augen mit Multifokallinsen und Monofokallinsen bezüglich des Visus, des Brillentrageverhaltens, der Wahrnehmung postoperativ neu aufgetretener optischer Phänomene; insbesondere der subjektiven Qualität und Häufigkeit, und vor allem der Patientenzufriedenheit differenziert verglichen. In einigen Studien wurde belegt, dass nach der Implantation von sowohl refraktiven als auch diffraktiven Multifokallinsen der Nahvisus ohne Korrektur statistisch besser war als nach der Implantation von Monofokallinsen [43, 52, 89]. Unsere Standortbestimmung soll zeigen, inwieweit dies auch auf die von uns untersuchten Patienten zutrifft. Die Unterschiede zwischen Patienten mit bilateraler und unilateraler Multifokallinsenimplantation sollen in der Arbeit dargestellt werden, da verschiedene Studien belegen, dass Patienten besonders nach bilateraler Implantation von den Vorzügen der Multifokallinsen profitieren [16, 30].

Ein weiteres Augenmerk soll auf die Bewertung der Patienten mit Multifokallinsen im Vergleich zu den Patienten mit Monofokallinsen in Bezug auf die Blendempfindlichkeit, auch im Zusammenhang mit der Teilnahme am Straßenverkehr, die Farbwahrnehmung und das Dämmerungssehen gelegt werden. Zudem soll der Frage nachgegangen werden, ob das Alter Einfluss auf das Operationsergebnis hat. In einer kleinen Patientengruppe aus der Augenklinik Berlin-Marzahn werden Visus, Zufriedenheit, Komplikationen, Brillentrageverhalten und Kontrastsehen vier Jahre postoperativ gezeigt.

Anhand einer weiteren Patientengruppe mit implantierten Multifokallinsen neuerer Generation und Publikationen hierzu, sollen Möglichkeiten der Reduzierung bisher bekannter Probleme dargestellt werden.

3. Material und Methoden

3.1 Gewinnung der Daten

Die Gewinnung der Patientendaten erfolgte zunächst aus dem Operationsregister der Augenklinik Berlin-Marzahn aus dem Zeitraum von 1997- 2001.

Es wurden 79 Patienten, die Multifokallinsen und 56 Patienten, die Monofokallinsen erhielten, konsekutiv ausgewählt (zur detaillierten Patientenstruktur siehe Kapitel 3.5).

Die Daten der Krankenakten wurden in einem Erfassungsbogen notiert und mit den Antworten der Fragebögen in einer Datenbank verschlüsselt.

Weitere 10 Patienten der Augenklinik Berlin-Marzahn erhielten diffraktive Multifokallinsen neuerer Generation (AcrySof ReStor) und wurden als Vergleich bei der Bestimmung des Kontrastsehens herangezogen. Die Ergebnisse sind in Kapitel 4.5 dargestellt.

3.2 Erfassungsbogen

Im Erfassungsbogen wurden zu jedem Patienten Angaben zur Person, der Diagnose, des ophthalmologischen Befundes sowie Nebendiagnosen aufgenommen.

Zum Augenbefund zählten jeweils prä- und postoperativer Visus, Astigmatismus, Augendruck, Befund des vorderen Augenabschnitts, wie Hornhaut, Vorderkammer, Iris, Trübungsgrad der Linse, sowie Zustand des hinteren Augenabschnittes, wie Glaskörper, Netzhaut, Papille und Retinometervisus.

Die Refraktion der Augen wurde zunächst am Autorefraktometer objektiv bestimmt. Die ermittelte Refraktion wurde in eine Probierbrille bzw. Phoropter übernommen und nach manuellem Feinabgleich der Refraktion der bestmögliche Visus ermittelt. Die Bestimmung des Nahvisus erfolgte in standardisierter Form in einer Distanz von 0,3 Meter mit Nieden-Nahlesetafeln.

Die Ermittlung der Hornhautradien, die Achslängenmessung des Bulbus und die Bestimmung der Zielrefraktion wurde mit dem IOL-Master der Firma Zeiss, Jena

aufgenommen. Der IOL-Master (Abb.16) ermöglicht die kontaktfreie optische Biometrie. In einigen Fällen, bei denen die Linsentrübung zu stark ausgeprägt war, erfolgte die Bestimmung mittels Ultraschallbiometrie. Die Zielrefraktion wurde bei den Monofokallinsen im leicht myopen (-0,5 dpt) und die der Multifokallinsen im leicht hyperopen bzw. emmetropen (+0,1dpt...0,0dpt) Bereich gewählt.



Abb.16: IOL-Master

3.3 Kontraindikationen für die Implantation einer Multifokallinse

Bei der Auswahl der Patienten, die für eine Operation in Frage kommen, wurden Ausschlusskriterien angewandt.

Zu den Ausschlusskriterien zählen keine weiteren visusmindernden Augenerkrankungen außer Katarakt, insbesondere keine ausgeprägte AMD oder fortgeschrittene diabetische Retinopathie, keine Optikusatrophie, kein Astigmatismus mit mehr als 1,5 dpt und keine langjährige Medikation, welche die Pupillenreaktion oder Pupillenweite insbesondere miotisch beeinflusst.

Zeigte sich am Tag der Operation ein konjunktivaler Reizzustand, wurde die Operation verschoben. Dies war bei insgesamt zwei Patienten der Fall.

3.4 Fragebogen

Die subjektiven Daten wurden mit Hilfe eines Fragebogens erhoben. Der Fragebogen wurde 2 – 3 Jahre nach der Implantation an die 134 Patienten gesandt. Mit dem Fragebogen soll das postoperative Brillentrageverhalten, die Lichtsensationen, die Blendempfindlichkeit sowie die subjektive Patientenzufriedenheit erfasst werden.

Von den angeschriebenen Patienten haben insgesamt 96 Patienten geantwortet.

Fragebogen:

Sehr geehrte/r Frau/Herr.....

Ihnen wurde am..... eine Mono/Multifokallinse implantiert. Im Rahmen einer Studie versuchen wir herauszufinden, wie sich diese Linsen im Alltagsleben unserer Patienten bewähren und ob Probleme auftreten.

Bitte helfen Sie uns dabei, indem Sie diesen Fragebogen ausfüllen und mit dem beigefügten Rückumschlag an uns zurücksenden.

Wir bedanken uns im Voraus für Ihre Bemühungen.

Bei der Beantwortung der Fragen beziehen Sie sich bitte auf das Auge mit der implantierten Monofokallinse, wenn nur ein Auge diese Linse besitzt.

1. Benutzen Sie seit der Operation eine Brille?

Ja Nein

Wenn Ja, welche Art?

Lesebrille Fernbrille Bifokalbrille

Wie oft?

selten gelegentlich oft immer

2. Haben Sie vor der Operation eine Gleitsichtbrille getragen?

Ja Nein

3. Nehmen Sie optische Phänomene wahr, die sie vor der Operation nicht bemerkt haben?

Ja Nein

Wenn Ja, wie würden Sie diese Phänomene beschreiben?

Lichtpunkte Ringe, um Lichtquellen Lichtflecke Doppelbilder

Empfinden Sie diese Phänomene als störend?

Nein Kaum Sehr

4. Hat sich Ihr Sehen in der Dämmerung verändert?

Nein Ja, schlechter geworden Ja, besser geworden

5. Bestand vor der Operation bei Ihnen eine erhöhte Blendempfindlichkeit aufgrund des Grauen Stares?

Nein Ja

6. Hat sich Ihre Blendempfindlichkeit nach der Operation verändert?

Nein Ja, abgenommen Ja, zugenommen

7. Hat sich Ihre Farbwahrnehmung verändert?

Nein Ja, intensiver Ja, schwächer

8. Besitzen Sie einen Führerschein?

Ja Nein

Nehmen Sie aktiv am Straßenverkehr teil?

Häufig Gelegentlich Selten Nie

Fühlen Sie sich bei Nachtfahrten stärker geblendet als vor der Operation?

Ja Nein Wenig

9. Wie zufrieden sind Sie mit dem Ergebnis der Linsenimplantation?

Sehr zufrieden Zufrieden Ausreichend Unzufrieden

3.5 Patientendaten

Es wurden Daten von 113 Augen der Multifokallinsenpatienten und 100 Augen der Monofokallinsenpatienten retrospektiv erfasst.

Von den Multifokallinsenpatienten erhielten bilateral 34 und unilateral 45 Patienten eine Multifokallinse implantiert. Dagegen wurden von den Monofokallinsenpatienten 44 bilateral und 12 Patienten unilateral mit einer Monofokallinse versorgt.

Von den Multifokallinsen-Patienten ließen sich 48 Patienten stationär und 31 Patienten ambulant operieren. Der stationäre Aufenthalt betrug durchschnittlich 2 Tage.

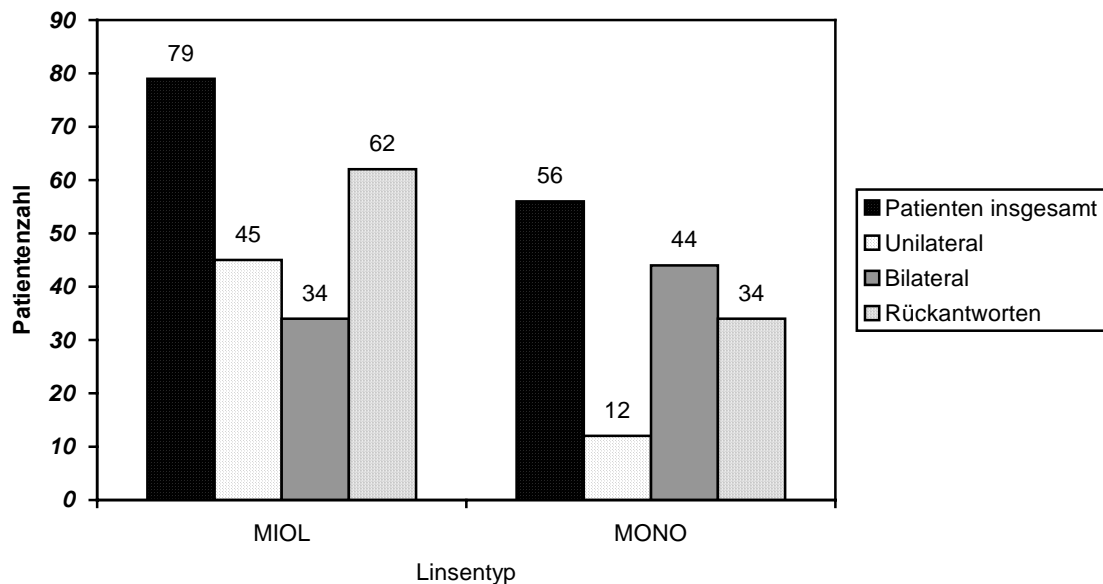


Abb.17: Patientenstruktur nach Linsentyp mit Anzahl der Rückantworten auf den Fragebogen

Das durchschnittliche Alter der Multifokallinsenpatienten betrug 63 und der Monofokallinsenpatienten 78 Jahre. In sämtlichen Fällen war der Operateur, nicht aber die Untersucher, identisch.

Die präoperativen Daten wurden jeweils einen Tag vor der Operation aufgenommen. Die postoperativen Daten wurden zunächst am ersten postoperativen Tag aufgenommen. Nachbehandlung und weitere Nachkontrollen erfolgten im

Allgemeinen bei den niedergelassenen Augenärzten. Eine erste Nachkontrolle in der Augenklinik wurde durchschnittlich 7,2 Monate nach der Operation durchgeführt und fand im Zusammenhang mit der Implantation der Kunstlinse am Partnerauge statt. Bei 10 Patienten (17 Augen mit Multifokallinsen) erfolgte 4,14 Jahre postoperativ eine weitere Nachuntersuchung.

3.6 Operationstechnik

Die Operation wurde meist als Lokalanästhesie in Form einer Retrobulbäranästhesie durchgeführt. In Ausnahmefällen erfolgte die Operation in Vollnarkose. Sowohl die Multifokallinsen als auch die Monofokallinsen wurden einheitlich nach der Phakoemulsifikation mit Clear-Cornea-Incision implantiert. Zur Operation wurde jeweils baugleiches Instrumentarium benutzt.

Der Wundverschluss war aufgrund der nur 3,2 mm Clear-Cornea-Incision ohne Naht.

Die postoperative medikamentöse Weiterbehandlung erfolgte unter Standardbedingungen durch antiphlogistische und antibiotische Lokalthherapie.

Operationsvorbereitung:

Vor dem Eingriff wird die Pupille mit Mydriatika erweitert. Eine Okulopression von etwa zehn Minuten mit dem Hoonan-Ballon führt zu einer Herabsetzung des intraokulären Druckes.

Operationsablauf:

Zunächst erfolgt ein Anschlingen des M. rectus superior mit Zügelfaden. Am Limbus wird eine etwa 3,2 mm breite Clear-Cornea-Inzision mit Diamantmesser durchgeführt. Eine Instillation von Adrenalin in die Vorderkammer führt zu einer optimalen Pupillenweite. Anschließend wird die Vorderkammer mit Viskoelastikum (Methocel) zum Aufrechthalten der Vorderkammer und zum Schutz des Hornhautendothels aufgefüllt. Es erfolgt eine kontinuierliche vordere Kapsulorhexis mit einer scharfen abgewinkelten Kanüle. Nach Parazentese bei 9 Uhr wird mit dem Phakotip die getrübte Linse durch Phakoemulsifikation von etwa 8-25 Sekunden Ultraschallzeit, je nach Linsentrübung, zerstört. Die Linsenreste werden mit einem Saug-Spül-Verfahren abgesaugt, wenn nötig erfolgt eine Politur der hinteren Kapsel

mit Kürette. Nachfolgend wird bei intakter Kapsel die Hinterkammerlinse in den Kapselsack eingesetzt. Nach dem Absaugen des Methocels bekommt der Patient ein Injektionsgemisch aus Fortecortin und Refobacin 0,5 ml subconjunctival. Abschließend werden Dexamytrex Augensalbe und Pilocarpin Augentropfen verabreicht und ein Augenverband angelegt.

3.7 Linsentypen

Es wurden Multifokallinsen vom Typ Array SA 40 N (Abb.18) implantiert und Monofokallinsen vom Typ Allergan SI 40 NB (Abb.19). Es handelt sich bei beiden Modellen um faltbare intraokulare Hinterkammerlinsen aus hochbrechendem Silikonmaterial mit PMMA-Haptik, einem Gesamtdurchmesser von 13 mm und einem optischen Durchmesser von 6 mm.

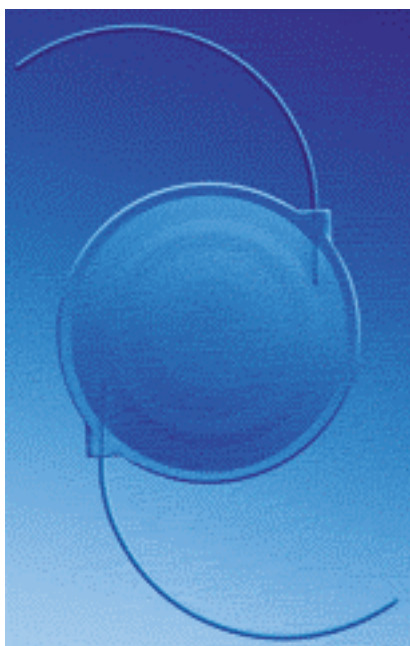


Abb. 18:
Multifokallinse Typ SA 40 N

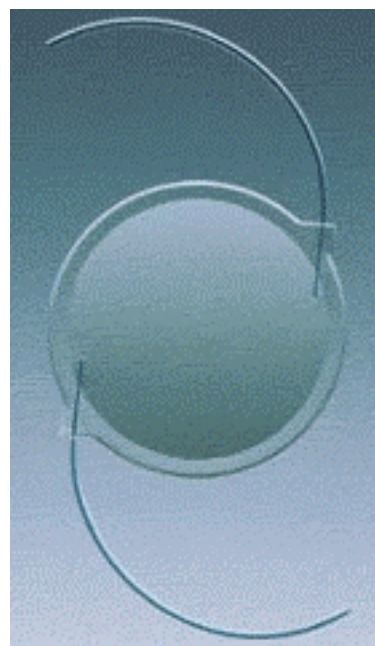


Abb.19:
Monofokallinse Typ SI 40 NB

Die Multifokallinsen vom Typ ARRAY SA 40 N sind refraktive Multifokallinsen. Das Design zeichnet sich durch eine asphärische wellenförmige Oberfläche des optischen Teils der Linse aus (siehe Abb.14 und 20). Die Vorderseite der Optik umfasst auf einem zentralen Durchmesser von 4,7 mm insgesamt 5 refraktive Zonen. Die zentrale, 2,1 mm breite Zone ist als Fernteil angelegt, weist aber auch intermediäre Brennpunkte auf. Die Zone 2 sowie die Zone 4, ausgehend von einem zentralen Fernteil, erzeugen zur Peripherie hin eine progressive Nahaddition bis +3,5 dpt. Sie sollen unkorrigiertes Sehen in der Nähe ermöglichen [6]. Zone 3 bildet eine Fernteilverstärkung und Zone 5 eine Übergangszone vom Fernteil zum nicht-optischen Linsenanteil. Die Wirkung der einzelnen Zonen ist vom Pupillendurchmesser abhängig. Bei einem Pupillendurchmesser bis etwa 1,8 mm wird fast ausschließlich der Fernteil der Linse genutzt, was sich bei Autofahrten unter Blendbedingungen günstig auf das Kontrastsehen auswirken kann. Aufgrund des fließenden Übergangs zwischen den einzelnen Zonen ist im Vergleich zu refraktiven Bifokallinsen mit reduziertem Auftreten von Streulicht zu rechnen [6].

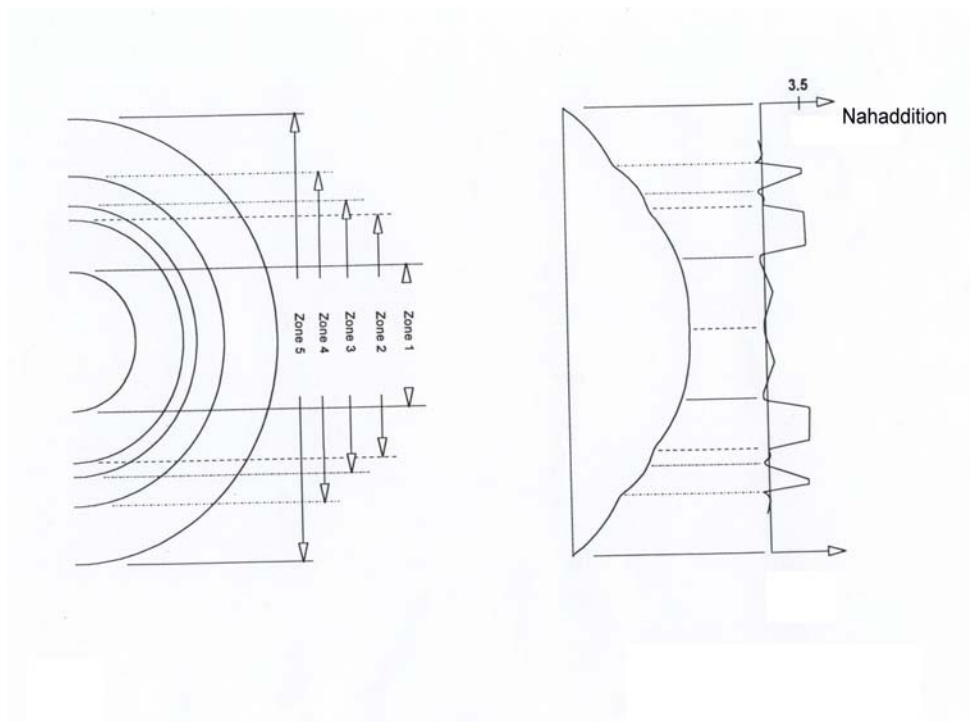


Abb.20: Linsenskizze

Über die gesamte Linsenfläche werden etwa 37% des einfallenden Lichts im Nahbereich, 49% im Fernbereich und 14% im Intermediärbereich gebündelt. Ein Lichtverlust durch Brennpunkte höherer Ordnung – wie bei diffraktiven Multifokallinsen – tritt kaum auf [42].

Die durchschnittliche Refraktion der implantierten Multifokallinsen bei den untersuchten Patienten betrug 20,7 dpt (Sd \pm 2,0) und der Monofokallinsen 22,5 dpt (Sd \pm 3,9).

3.8 Statistische Auswertung

Als Software für die statistische Auswertung wurde das Programm SPSS verwendet. Bei der Auswertung der Visusänderung wurde zunächst überprüft, ob es sich bei den hier vorliegenden Daten um eine Normalverteilung handelt. Dazu diente der Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest. Da die Visus-Daten signifikant von einer symmetrischen Verteilung abweichen, muss es sich um nichtnormalverteilte Daten des selben Patientenkollektives handeln.

Mit dem Wilcoxon-Test wurde die Änderung des Visus vor und nach der Operation bei den jeweiligen Linsentypen ausgewertet. Das Signifikanzniveau wurde bei $p < 0,01$ festgelegt.

Für den Vergleich der Antworten des Fragebogens der Multifokallinsenpatientengruppe mit der Monofokallinsenpatientengruppe diente der Chi-Quadrat-Test.

Im Ergebnisteil sind jeweils hinter dem Median in Klammern gesetzten Ziffern Mittelwert \pm Standardabweichung.

3.9 Untersuchung Kontrastsehen

Bei zehn Patienten, die beidseits Array-Multifokallinsen erhielten, wurde das Kontrastsehen mit Kontrastsehtafeln (Cambridge Low Contrast Gratings nach A.J.Wikens und J.G.Robson) in einer Entfernung von 6 Metern bei einer Luminanz von 95 cd/m^2 (ermittelt mit einer Spiegelreflexkamera) 4,14 Jahre postoperativ erfasst. Dieses Verfahren ist eine grobe Screeningmethode zur Bestimmung der Kontrastempfindlichkeit und ist etwa vergleichbar mit Pelli Robson Kontrastsehtafeln. Es wird auf Kapitel 4.3.4 verwiesen.

In 2006 wurde das Kontrastsehen mit dem Optec 6500 Vision Tester (Abb.50) bei 10 Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen neuerer Generation (AcrySof ReStor) untersucht. Als Vergleich wurden 10 Patienten, die beidseits eine Array-Multifokallinse erhielten, herangezogen (Verweis auf Kapitel 4.5).

4 Ergebnisse

4.1 Retrospektive Analyse

4.1.1 Präoperative Nebenbefunde und Nebendiagnosen

Linsentyp		Häufigkeit	Prozent	
Multifokallinse	beginnende AMD	3	2,7	
	Glaukom	4	3,6	
	HH-Narbe	5	4,5	
	Zn. NH-Lako bei VAV	1	,9	
	Aderhautnävus	3	2,7	
	Sphinkterdefekt bei Zn. Contusio bulbi	1	,9	
	Cornea guttata	4	3,6	
	Zn. Contusio bulbi	4	3,6	
	Zn. GK-Einblutung nach perf. Verletzung	1	,9	
	geringe Exophorie	1	,9	
	kein pathol. Befund/fehlend	86	75,7	
	Monofokallinse	beginnende AMD	23	23,0
		Glaukom	8	8,0
PEX		6	6,0	
Diab. Retinopathie (beginnend)		2	2,0	
Zn. ZVV		1	1,0	
HH-Narbe		2	2,0	
Zn. Netzhautblutung		1	1,0	
Zn. NH-Lako bei VAV		3	3,0	
Aphakia operativa		2	2,0	
Zn. Uveitis post.		1	1,0	
Fuchs`sche Endotheldystr.		3	3,0	
Schielamblyopie		1	1,0	
kein pathol. Befund/fehlend		47	47,0	

Abb.21: Ophthalmologische Begleiterkrankungen präoperativ

4.1.2 Fernvisus ohne Korrektur

Der Visus ohne Korrektur war bei den Multifokallinsenpatienten präoperativ im Median bei 0,2 ($0,25 \pm 0,17$) und bei den Monofokallinsenpatienten 0,16 ($0,16 \pm 0,11$). Einen Tag postoperativ lag der Visus ohne Korrektur bei den Multifokallinsenpatienten im Median bei 1,0 ($0,9 \pm 0,17$) und bei den Monofokallinsenpatienten aufgrund der Zielrefraktion bei 0,4 ($0,4 \pm 0,26$) und bei der ersten Nachkontrolle der Multifokallinsenpatienten bei 1,0 ($0,9 \pm 0,22$). Die Monofokallinsenpatienten hatten bei der Nachkontrolle einen Fernvisus im Median von 0,4 ($0,4 \pm 0,28$). 58,7 % der Augen mit Multifokallinsen erreichten einen Fernvisus von mindestens 1,0.

Bei Multifokallinsen wurde die Zielrefraktion im Median von $0,0 \text{ dpt} \pm 0,37$ erreicht. Die Zielrefraktion der Monofokallinsen war im Median $-0,5 \text{ dpt} \pm 0,65$.

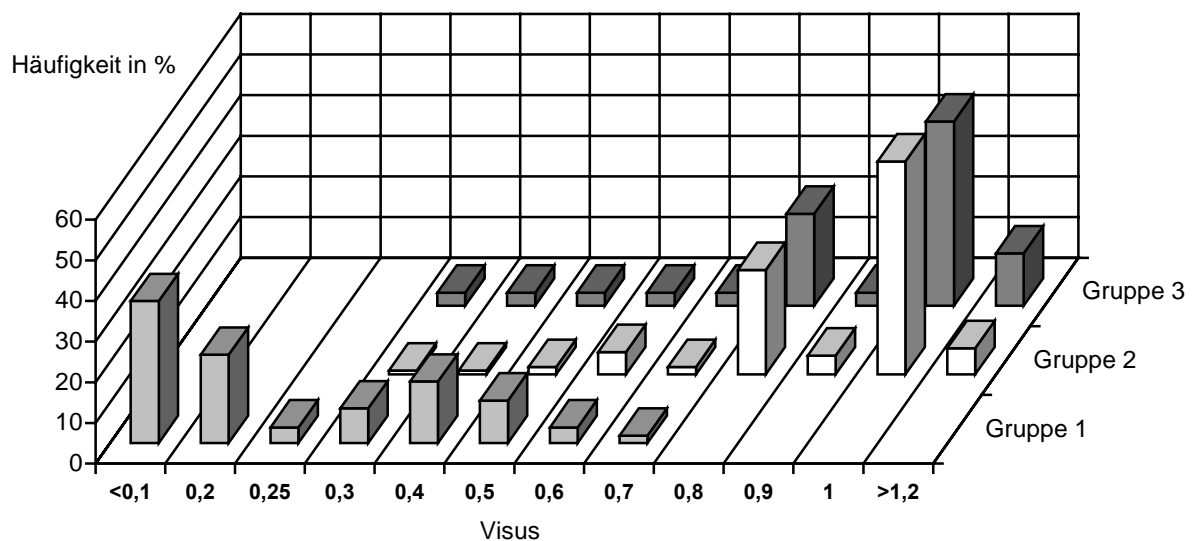


Abb. 22: Fernvisus ohne Korrektur Multifokallinsen-Patienten

Gruppe 1: präoperativ

Gruppe 2: einen Tag postoperativ

Gruppe 3: erste Nachkontrolle

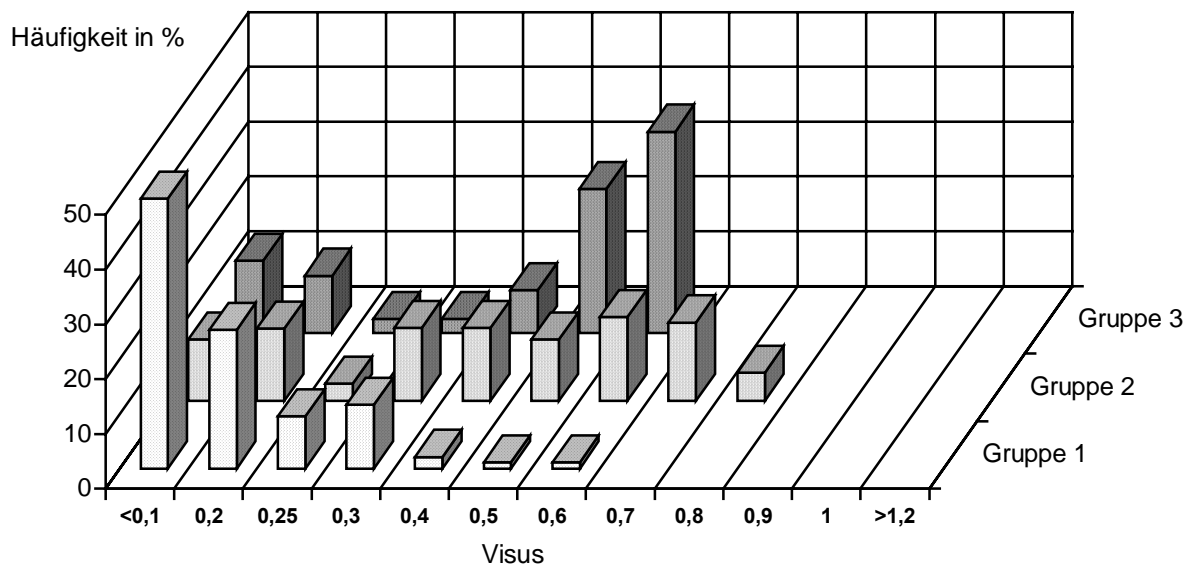


Abb. 23: Fernvisus ohne Korrektur Monofokallinsen-Patienten

Gruppe 1: präoperativ

Gruppe 2: einen Tag postoperativ

Gruppe 3: Nachkontrolle

Die Differenz des unkorrigierten Visus vor und nach der Operation bei Multifokallinsenpatienten und Monofokallinsenpatienten war nach dem Wilcoxon-Test hoch signifikant (in beiden Gruppen $P < 0,01$).

Es zeigte sich eine Verbesserung bei 98,1% der Multifokallinsenaugen (Abb.24) und bei 86,2% der Monofokallinsenaugen (Abb.25). Eine Verschlechterung trat bei 0,95 % der Multifokallinsenaugen und 1,1 % der Monofokallinsenaugen auf. Keine Veränderung des Visus ergab sich nach der Operation bei 0,95 % der Multifokallinsenaugen und 12,7 % der Monofokallinsenaugen.

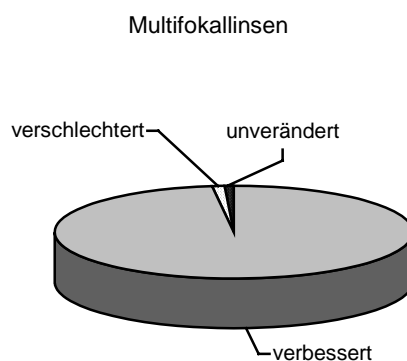


Abb.24: Änderung des Visus ohne Korrektur der Multifokallinsenpatienten

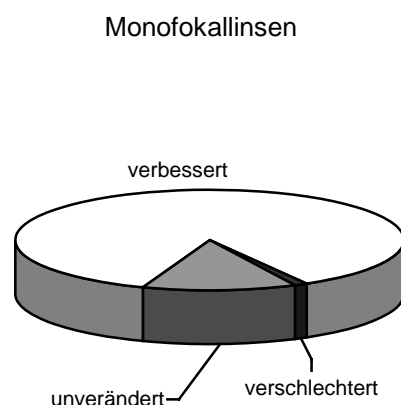


Abb.25: Änderung des Visus ohne Korrektur der Monofokallinsenpatienten

4.1.3 Fernvisus mit Korrektur

Mit Korrektur war der Visus im Median bei den Multifokallinsenpatienten präoperativ bei 0,5 ($0,48 \pm 0,19$), bei den Monofokallinsenpatienten lag er bei 0,4 ($0,3 \pm 0,18$). Einen Tag postoperativ ergab der Visus mit Korrektur bei den Multifokallinsenpatienten im Median 1,0 ($0,9 \pm 0,14$), bei den Monofokallinsenpatienten 0,8 ($0,7 \pm 0,3$). Bei der ersten Nachkontrolle hat sich im Median der Visus in beiden Gruppen nicht wesentlich verändert.

Die postoperative Korrektur von den Multifokallinsenträgern war im Median 0,0 dpt ($-0,11\text{dpt} \pm 0,37$), der Monofokallinsen im Median -0,5 dpt ($-0,64\text{ dpt} \pm 0,65$).

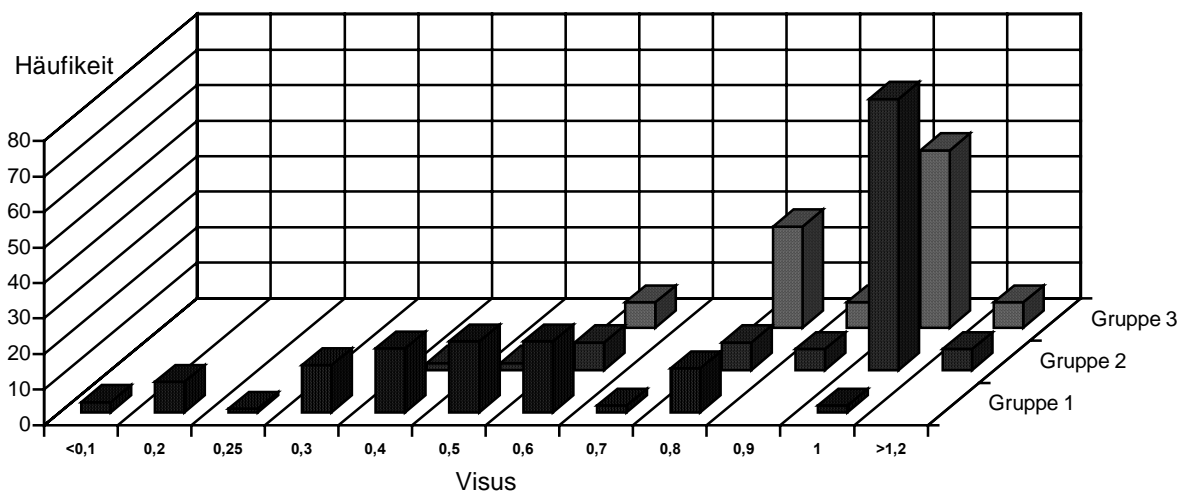


Abb. 26: Fernvisus mit Korrektur Multifokallinsen-Patienten

Gruppe1 : präoperativ

Gruppe2 : einen Tag postoperativ

Gruppe3 : Nachkontrolle

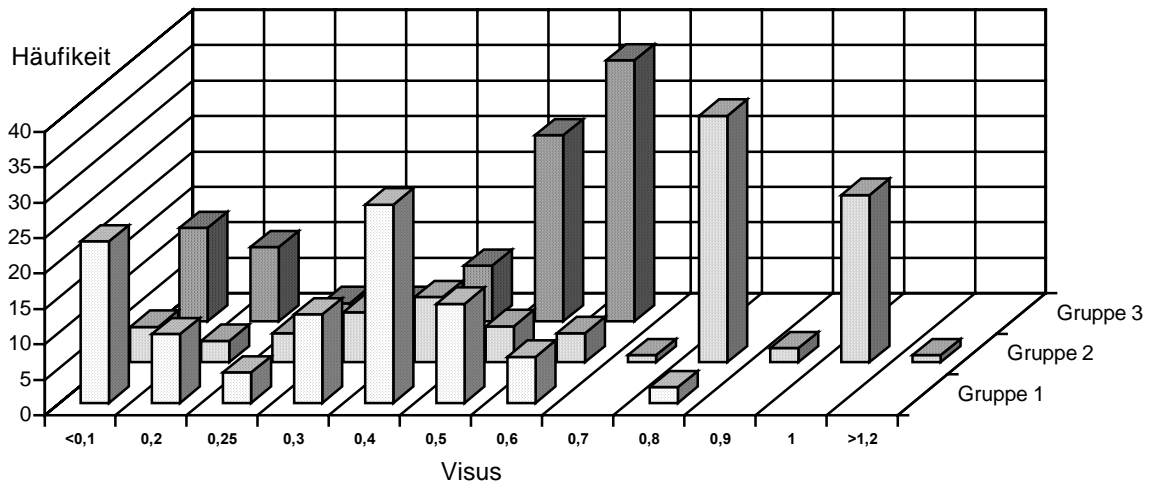


Abb. 27: Fernvisus mit Korrektur Monofokallinsen-Patienten

Gruppe 1: präoperativ

Gruppe 2 : einen Tag postoperativ

Gruppe 3 : Nachkontrolle

Es wurde bei den Multifokallinsen (Abb.28) eine Verbesserung des Visus` mit Korrektur bei 97,8% ermittelt und bei 2,2% ($p < 0,01$) der Patientenaugen blieb der Visus unverändert. Bei den Monofokallinsen (Abb.29) zeigte sich eine Verbesserung des Visus bei 90,3%. Eine Verschlechterung trat bei 2,2% und keine Änderung zeigte sich bei 7,5 % ($p < 0,01$) der Patientenaugen auf. Mit dem Wilcoxon-Test wurde sowohl bei den Multifokallinsen als auch bei den Monofokallinsen eine signifikante Verbesserung des Visus` durch die Implantation nachgewiesen ($p < 0,01$).

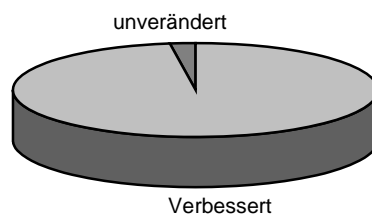


Abb.28: Änderung des Visus mit Korrektur der Multifokallinsenpatienten

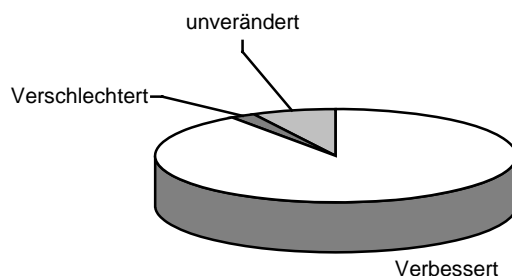


Abb.29: Änderung des Visus mit Korrektur der Monofokallinsenpatienten

4.1.4 Nahvisus

Die Multifokallinsenpatienten erreichten präoperativ einen Nahvisus mit Nahzusatz im Median Nieden 1,5 ($3,1 \pm 3,0$).

Ein Tag postoperativ betrug der Nahvisus ohne Nahzusatz im Median Nieden 1 ($1,24 \pm 0,76$). Ohne Nahzusatz kamen 66,07 % der Multifokallinsenpatienten auf Nieden 1.

Einen Nahzusatz von durchschnittlich 3,1 dpt benötigten 17,85 % der Patienten, um postoperativ Nieden 1 zu erreichen.

Bei den Patienten der ersten Nachkontrolle ergab sich ein Nahvisus im Median Nieden 1 ($1,0 \pm 0$), wobei 67,75% Nieden 1 ohne Nahzusatz erreichten.

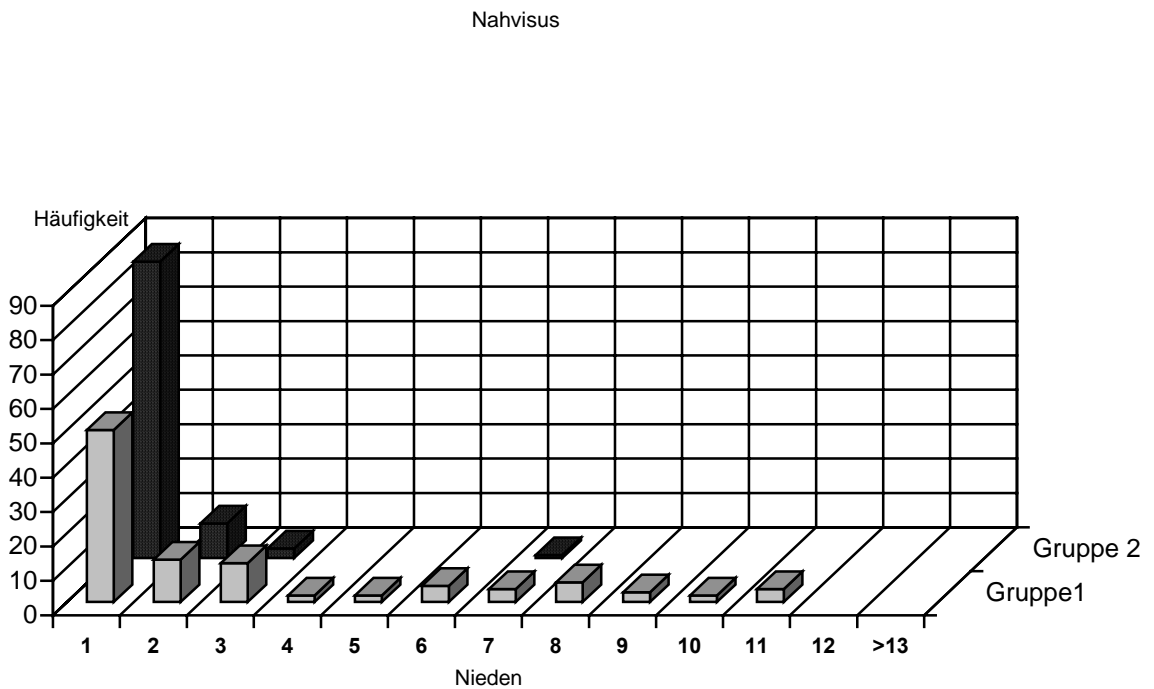


Abb.30: Multifokallinsen-Patienten

Gruppe 1: präoperativ mit Nahzusatz

Gruppe 2: einen Tag postoperativ

Die Monofokallinsenpatienten erreichten im Median präoperativ mit Nahzusatz Nieden 4 ($5,55 \pm 4,09$), postoperativ mit Nahzusatz im Median Nieden 1 ($2,84 \pm 3,28$) und auch bei der Nachkontrolle Nieden 1 ($3,7 \pm 4,34$). Postoperativ erzielten 64% der Patienten Nieden 1 mit Nahzusatz. Bei den Monofokallinsen wurde durchschnittlich ein Nahzusatz von 3,38 dpt präoperativ und postoperativ 3,89 dpt benötigt.

Nahvisus

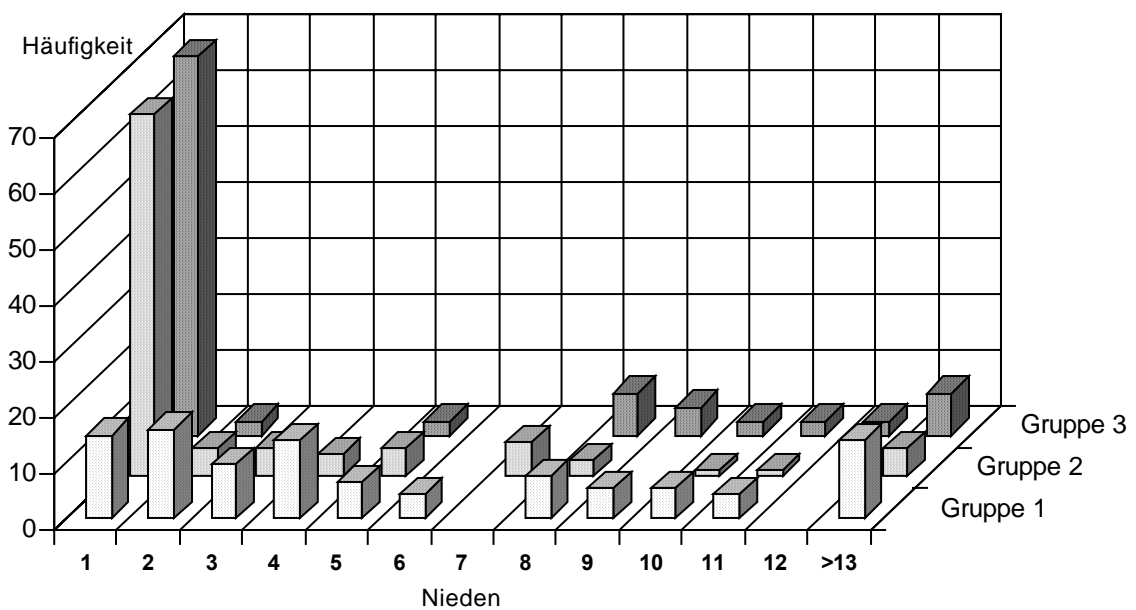


Abb.31: Nahvisus Monofokallinsen-Patienten

Gruppe 1: präoperativ

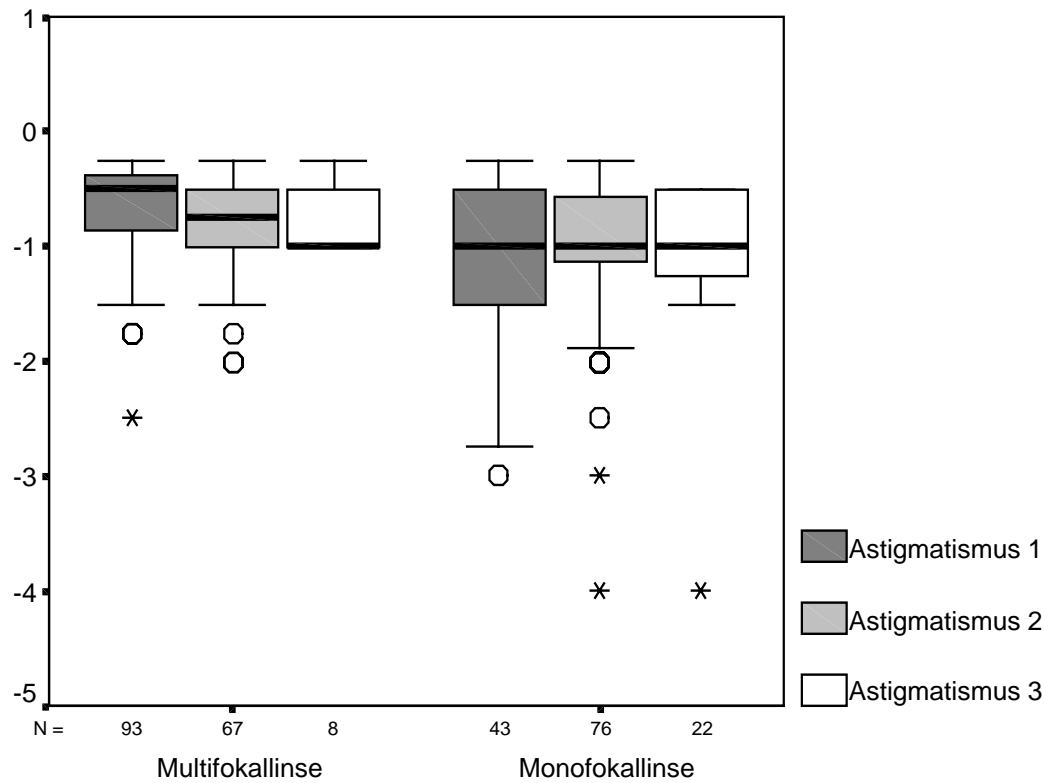
Gruppe 2: einen Tag postoperativ

Gruppe 3: erste Nachkontrolle

4.1.5 Astigmatismus

Der gemessene präoperative Astigmatismus der Multifokallinsenpatienten war im Median -0,5 dpt ($-0,65 \text{ dpt} \pm 0,40$, Minimum $-0,25 \text{ dpt}$, Maximum $-2,5 \text{ dpt}$) bei 90° ($\pm 58,37$). Der am ersten postoperativen Tag im Befund notierte Astigmatismus, war im Median -0,75 dpt ($-0,83 \text{ dpt} \pm 0,40$, Minimum $-0,25 \text{ dpt}$, Maximum $-2,0 \text{ dpt}$) bei 50° ($\pm 53,96$). Hier wurde postoperativ bei 40,7% kein Astigmatismus gemessen bzw. notiert, da der Visus ohne Korrektur schon voll erreicht war. Daher kann man davon ausgehen, dass der postoperative Astigmatismus keiner Korrektur bedarf. Der in den Akten vermerkte Astigmatismus der ersten Nachkontrolle war im Median bei $-1,0$ ($\pm 0,31$; Minimum $-0,25 \text{ dpt}$ und Maximum $-1,0 \text{ dpt}$) bei 75° ($\pm 55,63$). Bei 92,9% der Patienten fand sich in den Akten bei der Nachkontrolle kein Astigmatismus.

Im Vergleich dazu war bei den Monofokallinsenpatienten der gemessene präoperative Astigmatismus im Median -1,0 dpt ($-1,11 \text{ dpt} \pm 0,70$, Minimum $-0,25 \text{ dpt}$, Maximum $-3,0 \text{ dpt}$) bei 90° ($\pm 56,1$). Der postoperative Astigmatismus betrug im Median $-1,0$ dpt ($-1,06 \text{ dpt} \pm 0,63$, Minimum $-0,25 \text{ dpt}$, Maximum $-4,0 \text{ dpt}$) bei 100° ($\pm 56,95$). Postoperativ wurde bei 23,2% der Patienten kein Astigmatismus gemessen oder notiert. Der Astigmatismus der Nachkontrolle lag im Median bei $-1,0$ dpt ($\pm 0,74$), im Winkel von $106,5^\circ$ ($\pm 35,11$). Bei 77,8 % der Patienten wurde bei der Nachkontrolle kein Astigmatismus mehr verzeichnet.



Linsentyp

Abb. 32: Astigmatismus 1: präoperativ

Astigmatismus 2: einen Tag postoperativ

Astigmatismus 3: Nachkontrolle

Die Abbildung 32 verdeutlicht die eben getroffenen Aussagen noch einmal. Der „Kasten“ bildet das 1. und 3. Quartil sowie die außerhalb stehenden waagerechten Linien das 10. und 90. Perzentiel ab. Der Balken im „Kasten“ kennzeichnet den Median. Die Ausreißer und Extremwerte sind als Kreis oder Sternchen symbolisiert. Die Ordinatenachse gibt die Dioptrien an.

4.2 Subjektive Daten

4.2.1 Brillentrageverhalten

In dem Fragebogen wurde zunächst nach dem Brillentrageverhalten nach der Operation gefragt. Die Antworten ergaben, dass 77,8% der Multifokallinsenpatienten und 93,8% der Monofokallinsenpatienten zumindest zeitweise eine Brille benutzen. Der Vergleich im Brillentrageverhalten von Multifokallinsenpatienten und Monofokallinsenpatienten ist signifikant unterschiedlich ($p < 0,01$). Die Monofokallinsenpatienten benutzen erwartungsgemäß häufiger Sehhilfen als Multifokallinsenpatienten. Bei den Multifokallinsenpatienten benutzen 79,4% der unilateral versorgten Patienten und 75,9% der bilateral versorgten Patienten postoperativ eine Brille. Dabei handelt es sich fast ausschließlich um eine Lesebrille. Dieser Vergleich ist jedoch nicht signifikant ($p > 0,01$). Die Monofokallinsenpatienten zeigen in beiden Gruppen keinen Unterschied. Zur Häufigkeit des Tragens einer Brille wird auf die Abb. 33 und 34 verwiesen.

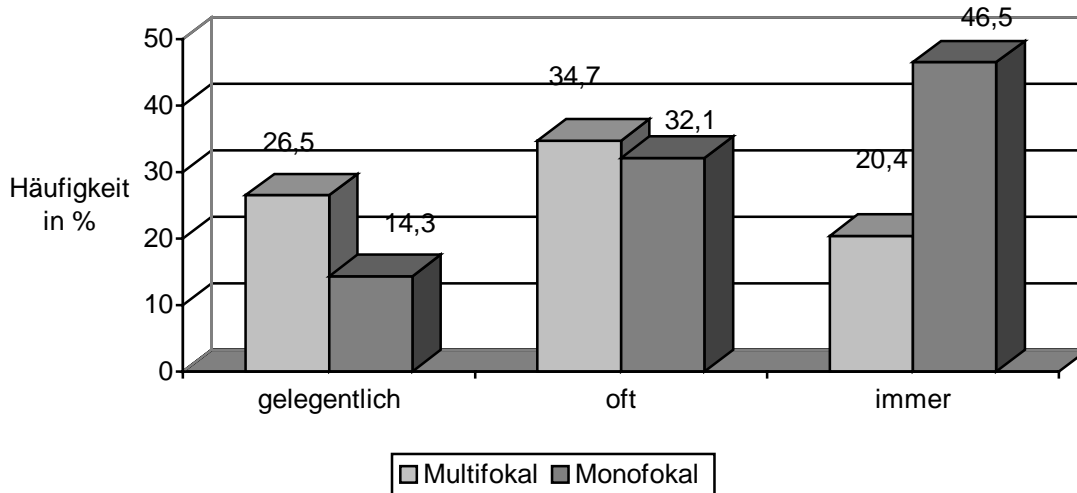


Abb.33: Brillentrageverhalten

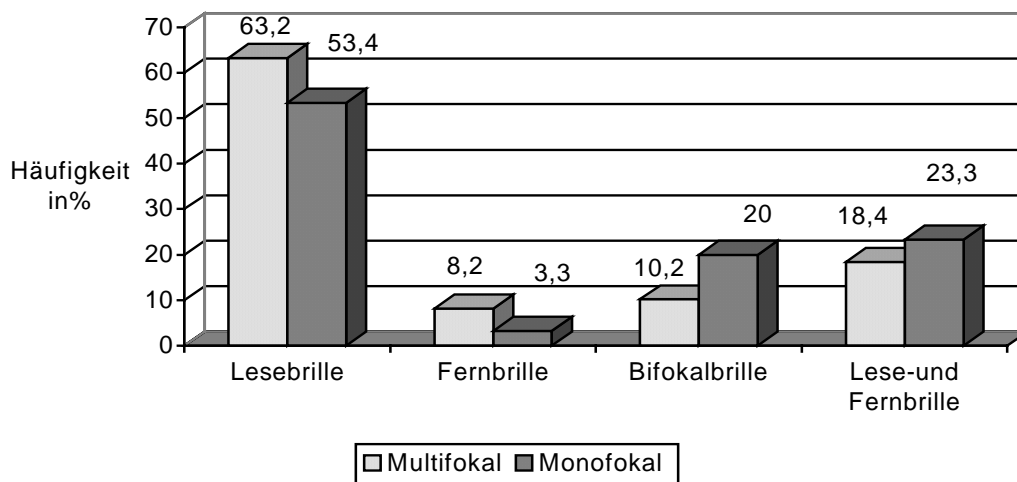


Abb.34: Art der Sehhilfe

4.2.2 Optische Phänomene

Die Patienten beider Gruppen wurden im Fragenbogen auch nach der Wahrnehmung von optischen Phänomenen vor und nach der Operation befragt.

Von den Multifokallinsenpatienten nahmen 66,7% der Patienten optische Phänomene wahr, 33,3 % gaben dagegen keine an.

Im Vergleich dazu waren es in der Monofokallinsenpatientengruppe nur 18,8%, dass entspricht insgesamt vier Patienten. Ohne Wahrnehmung von optischen Phänomenen waren es 81,3%. Die Art der Phänomene ist in dem nachfolgenden Diagramm aufgeschlüsselt.

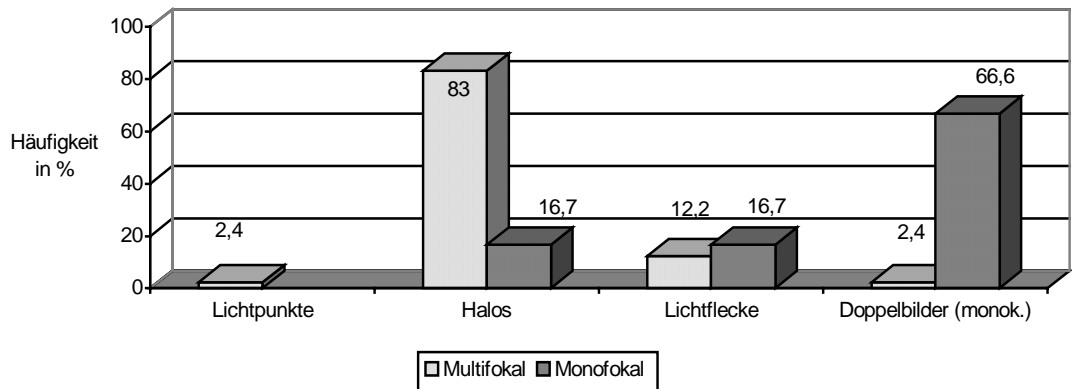


Abb.35: Art der Phänomene

Im Weiteren wurde nach dem Grad der Sehbeeinträchtigung durch diese Phänomene gefragt:

Hier zeigt sich, dass mehr als ein Drittel der Multifokallinsenpatienten die Phänomene als sehr störend empfinden, während es bei den Monofokallinsenpatienten mit 16,7% deutlich weniger sind.

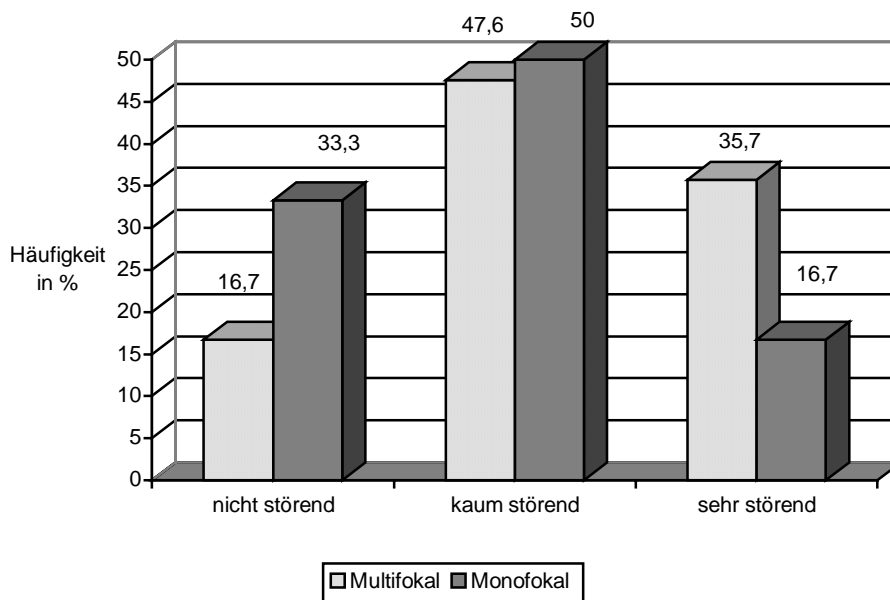


Abb. 36: Beeinträchtigung durch optische Phänomene

4.2.3 Änderung der Farbwahrnehmung und des Dämmerungssehens

Da die Multifokallinse mehrere Brennpunkte besitzt und die Zentrierung der Linse eine nicht unwesentliche Rolle bei der Lage der Objektabbildung auf die Netzhaut spielt, wurde nach der postoperativen Veränderung von subjektiver Farbwahrnehmung und Dämmerungssehen gefragt.

Bei der Farbwahrnehmung (Abb.37) zeigt sich, dass kaum eine Verschlechterung eingetreten ist, vor allem bei den Multifokallinsenpatienten. Der überwiegende Teil nimmt keine Veränderung wahr. Immerhin gaben über 40% der Multifokallinsenpatienten an, dass ihre Farbwahrnehmung intensiver geworden ist.

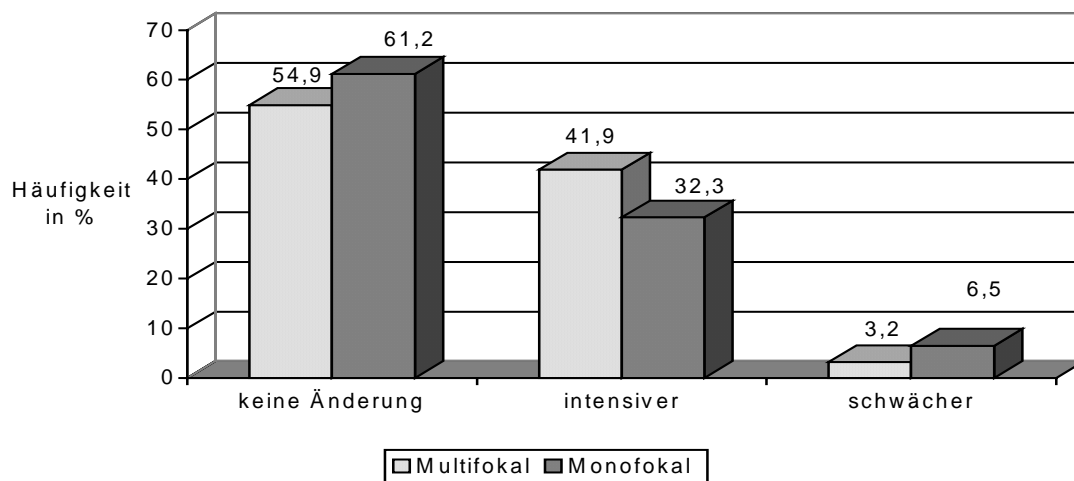


Abb. 37: subjektive Farbwahrnehmung

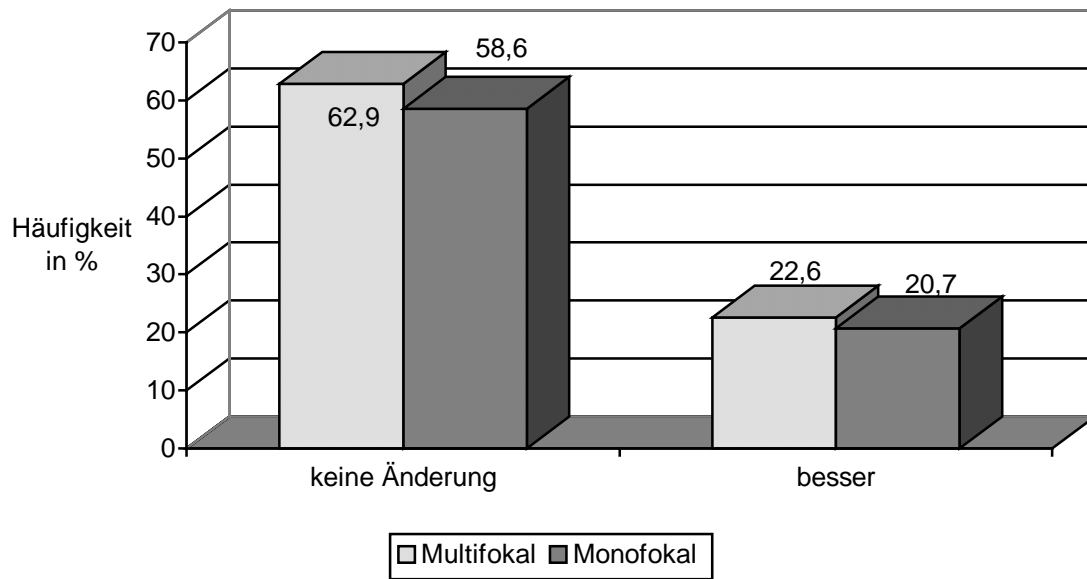


Abb.38: Dämmerungssehen

Auch das mesopische Sehen (Abb.38) ist sowohl bei den Multifokallinsen als auch bei den Monofokallinsen subjektiv kaum schlechter geworden.

4.2.4 Blendempfindlichkeit und Teilnahme am Straßenverkehr

Mit dem Fragebogen sollte außerdem geklärt werden, ob die Patienten vor der Operation eine erhöhte Blendempfindlichkeit aufgrund des Grauen Stars wahrnahmen. Bei den Multifokallinsenpatienten gaben 54,0 % erhöhte Blendung vor der Operation an, 4,8% machten hierzu keine Angaben. Von den Monofokallinsenpatienten empfanden 46,9% eine erhöhte Blendung vor der Operation, 12,5 % der befragten Patienten trafen hierzu keine Aussage.

Die folgende Abbildung zeigt, bei wie vielen Patienten es zu einer Veränderung der Blendempfindlichkeit kam und wie sie diese bewerteten.

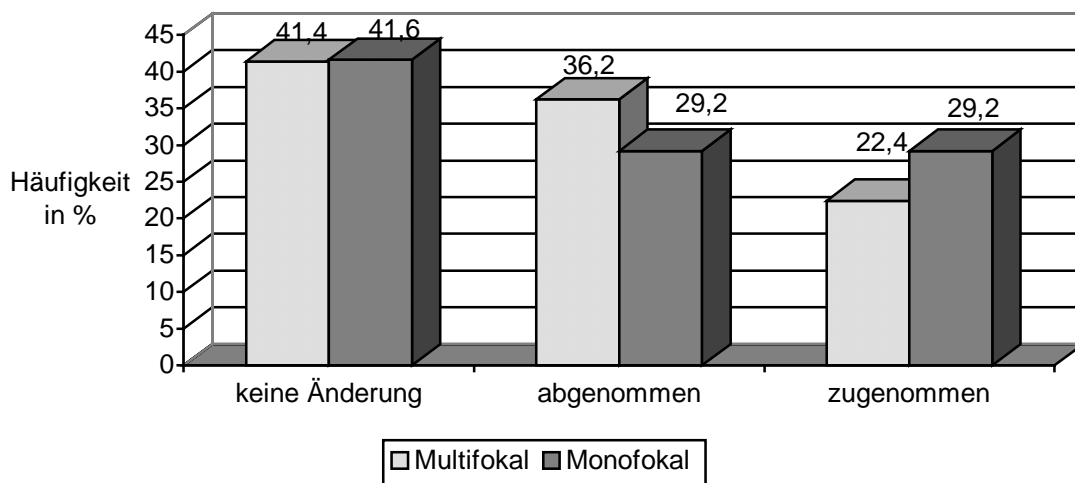


Abb.39: Änderung Blendempfindlichkeit nach der Operation

Ein weiterer wichtiger Untersuchungsaspekt ist in diesem Zusammenhang die Frage, ob subjektive Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in der Teilnahme

am Straßenverkehr postoperativ bestehen. In der Multifokallinsenpatientengruppe besitzen 60,8 % und in der Monofokallinsenpatientengruppe dagegen nur 17,9 % einen Führerschein.

Der Vergleich ergab, dass Multifokallinsenpatienten aufgrund der Auswahlkriterien und des Alters häufiger am Straßenverkehr teilnehmen als Monofokallinsenpatienten (Chi-Quadrat -Test: $p=0,001$).

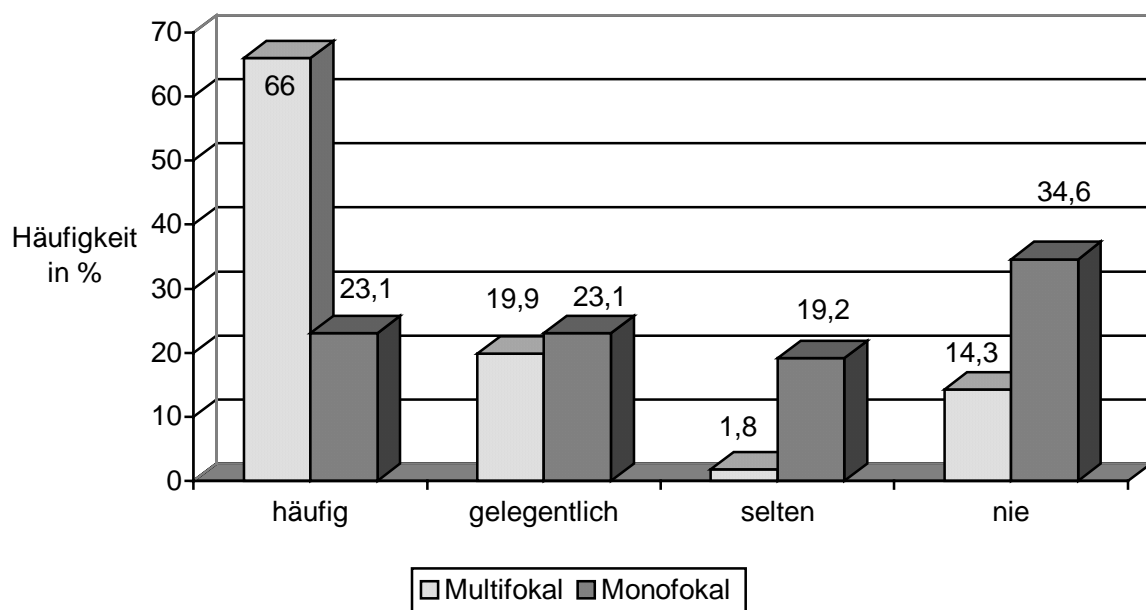


Abb.40: Aktive Teilnahme am Straßenverkehr

Des Weiteren wurde erfragt, inwieweit sich die Blendung nach der Operation, insbesondere bei Nachtfahrten verändert hat.

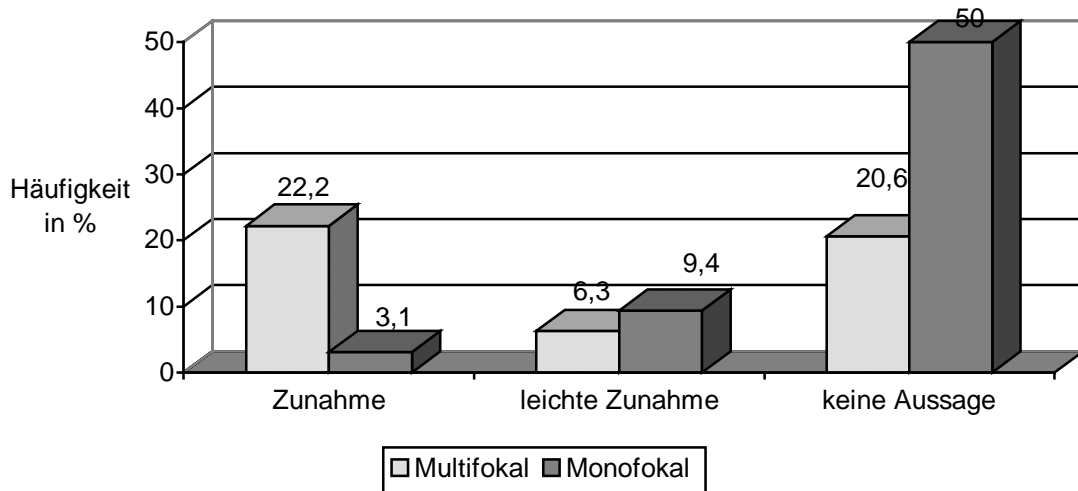


Abb.41: Blendung bei Nachtfahrten

Die beiden folgenden Abbildungen veranschaulichen, wie häufig Patienten mit welchem Visus am Straßenverkehr teilnehmen. Die Ordinatennachse zeigt den besten Visus des besseren Auges an.

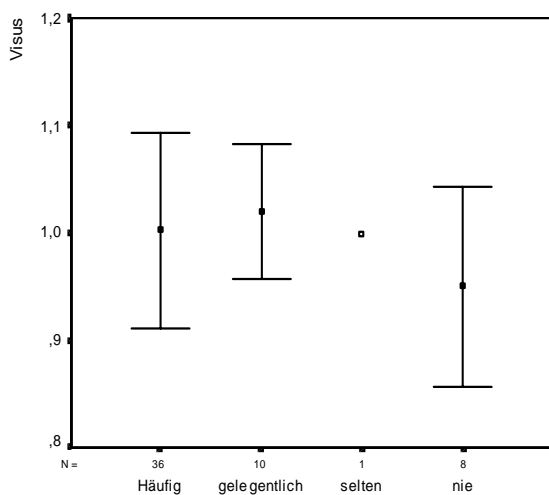


Abb.42: Multifokallinsenträger

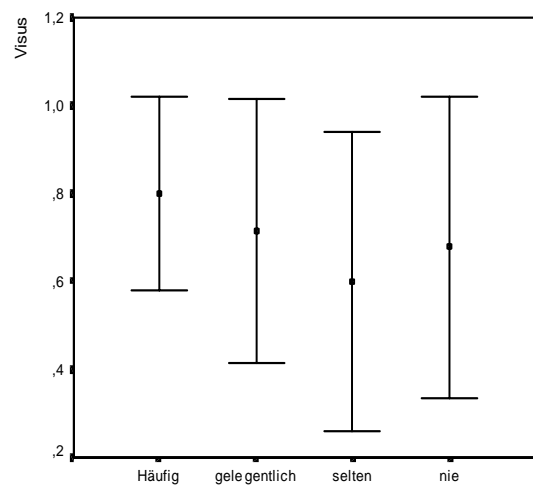


Abb.43: Monofokallinsenträger

4.2.5 Bewertung des Operationsergebnis

Abschließend wurde die Frage nach der Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis gestellt.

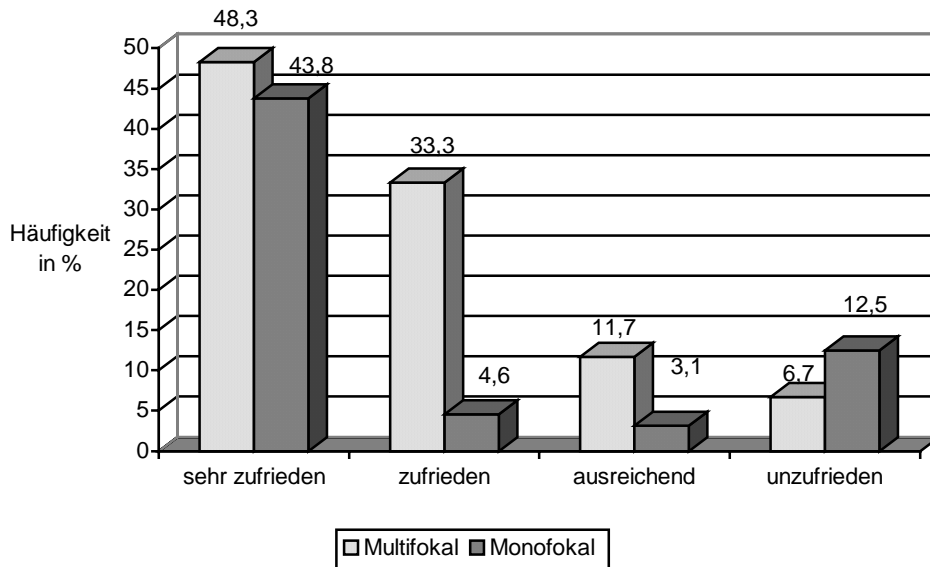


Abb.44: Bewertung des Operationsergebnisses

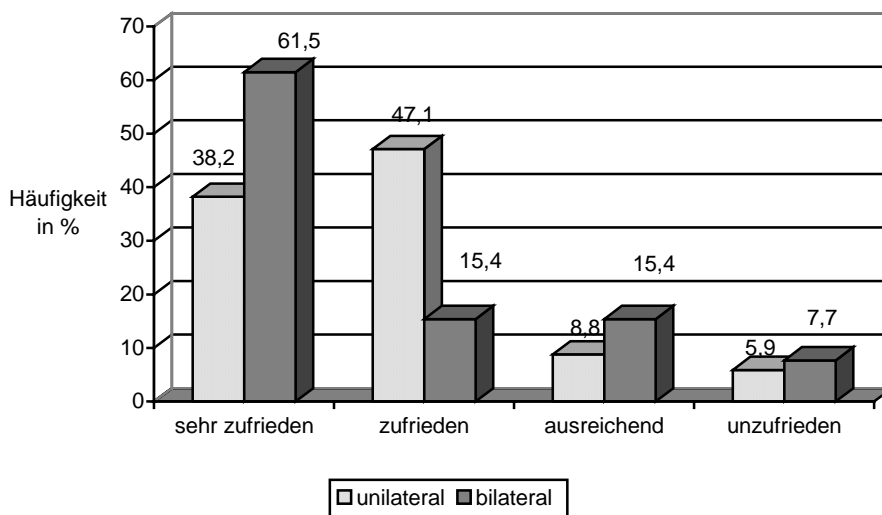


Abb.45: Bewertung der Multifokallinsenpatienten nach einseitiger und beidseitiger Implantation aufgeschlüsselt

Anzahl der Patienten

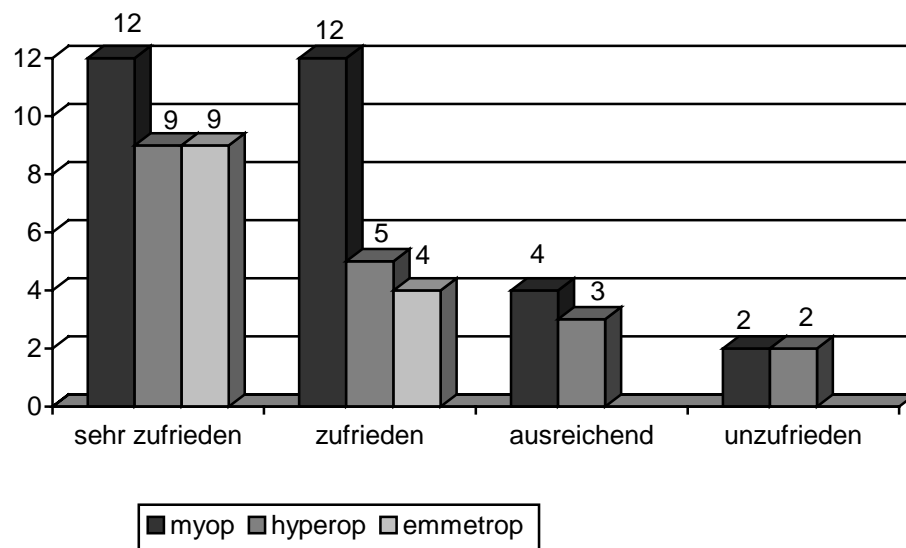


Abb.46: Bewertung der Multifokallinsenträger ausgehend der präoperativen Refraktion

Um herauszufinden, ob das Alter eine Rolle bei der Bewertung des Operationsergebnisses spielt, ist im Folgenden eine Aufschlüsselung der Altersverteilung zu sehen. Der Median des Alters der sehr zufriedenen Patienten lag bei den Multifokallinsenpatienten bei 63,5 Jahren (Sd 13,17), bei den Monofokallinsenpatienten bei 75,5 Jahren (Sd 6,33), der zufriedenen Multifokallinsenpatienten im Median bei 65 Jahren (Sd 12,75), der Monofokallinsenpatienten bei 76 Jahren (Sd 18,16). Die Patienten, die das Operationsergebnis mit ausreichend bewertet haben, sind im Median bei den Multifokallinsenpatienten 65,5 Jahre (Sd 6,18) und bei den Monofokallinsenpatienten 71 Jahre alt. Von den nicht zufriedenen Patienten liegt der Median bei den Multifokallinsenpatienten bei 60,5 Jahren (Sd 7,85) und bei den Monofokallinsenpatienten bei 83,5 Jahren (Sd 4,92). Hierbei muss jedoch auch das Durchschnittsalter der operierten Patienten insgesamt berücksichtigt werden, das bei den Multifokallinsenpatienten bei 63 Jahren und bei den Monofokallinsenpatienten bei 78 Jahren liegt.

Und schließlich erfolgt noch eine Aufschlüsselung der Patientenzufriedenheit bei entsprechenden Nebenfunden.

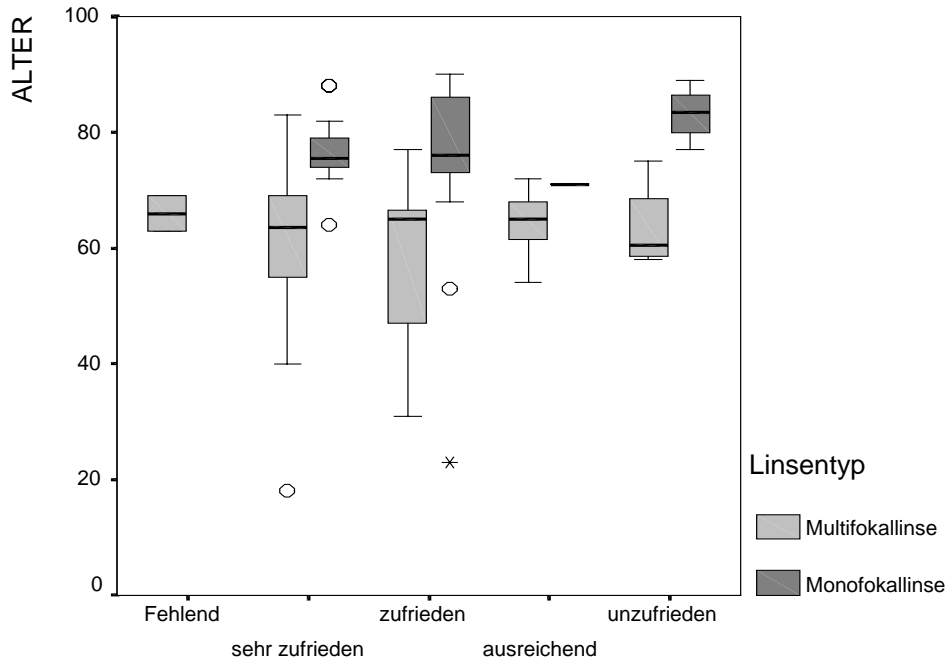


Abb. 47: Alter und Bewertung des Operationsergebnisses

Linsentyp	präop. Nebenbefunde	Bewertung			
		sehr zufrieden	zufrieden	ausreichend	unzufrieden
Multifokal	beginnende AMD	2	1		
	Glaukom	4			
	HH-Narbe	1	2	1	
	Zn. Lako bei VAV				1
	Aderhautnävus	1	1		
	Sphinkterdef. bei Zn. Contusio bulbi	1			
	Cornea guttata		2		
	Zn. Contusio bulbi	2		1	
	Zn. GK-Einblutung bei perforierender Verletzung			1	
	Exophorie			1	
Monofokal	beginnende AMD	4	7	1	4
	Glaukom	2	3		
	HH-Narbe		1		
	Zn. Lako bei VAV.	1			2
	PEX	4	1		
	Zn. ZVV	1			
	Zn. Netzhautblutung				1
	Aphakia operativa		1		

Abb.48: Nebenbefunde und Bewertung der Patienten des Operationsergebnisses

4.3 Postoperativer Verlauf

4.3.1 Postoperative Komplikationen

Der postoperative Verlauf war bei 95,6% der Patientenaugen mit Multifokallinsen und 94,9% der Patientenaugen mit Monofokallinsen komplikationslos.

Postoperativ entstand bei 4 der 79 Multifokallinsenpatienten und bei 3 der 56 Monofokallinsenpatienten innerhalb von ein bis zwei Monaten eine hintere Kapselverdichtung, die mit YAG-Laser-Kapsulotomie behandelt wurde.

Jeweils zwei Patientenaugen beider Gruppen entwickelten in der ersten postoperativen Woche eine mäßige Uveitis anterior, die durch eine spezifische Lokaltherapie behoben werden konnte. Bei einem Auge mit Multifokallinse kam es

zu einer lokalen Abhebung der Glaskörper-Grenzmembran. Bei einem Monofokallinsenaugen zeigte sich postoperativ eine Synchisis nivea, die präoperativ nicht erkennbar war.

In der spätpostoperativen Untersuchung (nach 4,14 Jahren) wurden bei weiteren drei von siebzehn Augen der Multifokallinsenpatienten eine YAG-Laser-Kapsulotomie durchgeführt. Bei einem Patienten zeigte sich eine beginnende hintere Kapselverdichtung, welche vom Patienten bei einem Visus von 1,0 kaum wahrgenommen wurde.

4.3.2 Visus 4,14 Jahre postoperativ

Nach durchschnittlich 4,14 Jahren erfolgte eine erneute Nachuntersuchung. Der Fernvisus von 17 Multifokallinsenaugen lag im Median (\pm Standardabweichung) ohne Korrektur 1,0 (\pm 0,19), mit Korrektur 1,0 (\pm 1,2), mit einer durchschnittlichen Refraktion von -0,75 Dioptrien. Der Nahvisus war ohne Korrektur Nieden 1 im Median (\pm 0,52). Bei 12 von 14 Patienten wurde ohne Korrektur Nieden 1 gesehen. Ein Patient hatte Nieden 2 erreicht, ein weiterer Nieden 5 ohne Korrektur. Diese beiden Patienten erreichten Nieden 1 mit einer Korrektur von +3,5 Dioptrien.

4.3.3 Zufriedenheit und Brillentrageverhalten nach 4,14 Jahren

Von den zehn Patienten waren sieben Patienten sehr zufrieden, zwei Patienten zufrieden und einer ausreichend zufrieden.

Sieben Patienten benutzen nur gelegentlich eine Lesebrille, zwei Patienten brauchen zum Lesen immer eine Brille und ein Patient braucht sowohl zum Lesen als auch für Fernblick eine Brille.

4.3.4 Kontrastsehen nach 4,14 Jahren

Bei zehn Patienten, die beidseits Array-Multifokallinsen erhielten, wurde das Kontrastsehen mit Kontrastsehtafeln (Cambridge Low Contrast Gratings nach A.J.Wikens und J.G.Robson) in einer Entfernung von 6 Metern bei einer Luminanz von 95 cd/m² 4,14 Jahre postoperativ erfasst. Der erreichte Punkte-Score wurde der entsprechenden Kontrastempfindlichkeit zugeordnet. Die Kontrastempfindlichkeit reicht von dem Wert 10 bis maximal 560. Bei der Untersuchung wurde folgendermaßen vorgegangen: Die Kontrastsehtafeln wurden den Patienten in immer weiter reduzierten Kontrastaufösungen für jedes Auge separat angeboten. Der Patient muss jeweils ansagen, wo sich das Streifenmuster befindet.

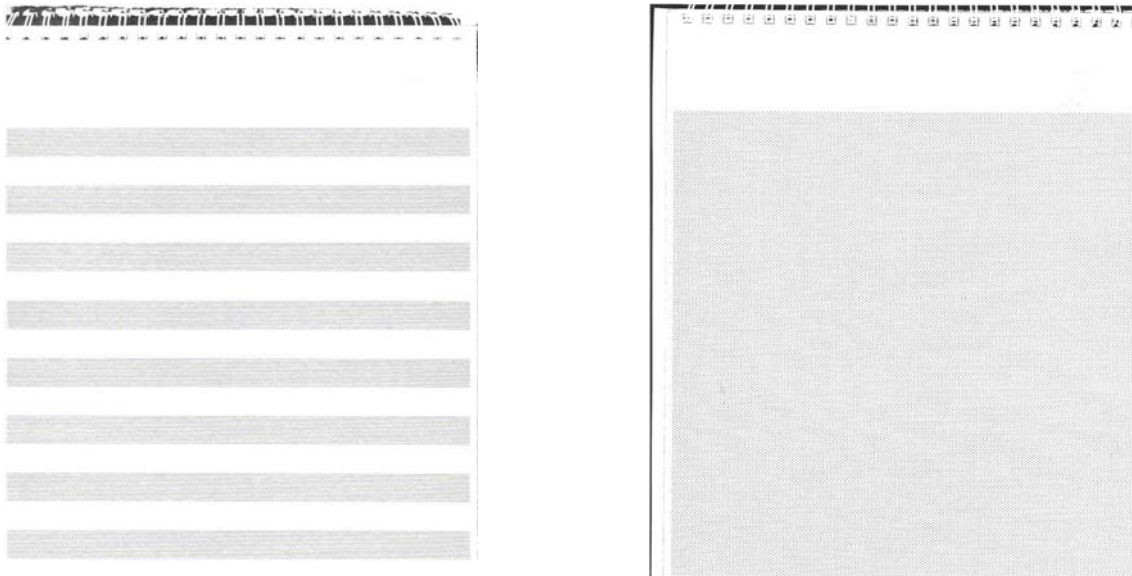


Abb.49: Kontrastsehtafeln Cambridge Low Contrast Gratings

In der Patientengruppe wurde eine Kontrastempfindlichkeit im Median von 310,0 (\pm 76,8) erreicht, bei einem Maximum von 480 und einem Minimum von 180.

4.4 Fallvorstellungen:

4.4.1 Multifokallinsenimplantation nach Contusio bulbi bei einem 14jährigen Patienten

Anhand einer kurzen Fallvorstellung wird gezeigt, dass die Implantation auch bei jungen Patienten möglich und sinnvoll sein kann.

Die einseitige Aphakie bei jungen Patienten mit sonst guter Akkommodationsbreite ist nur durch Kontaktlinse oder Intraokularlinsenimplantation korrigierbar. Eine Brille führt bei einseitiger Aphakie zur Aniseikonie. Oft wird auch das Tragen von Kontaktlinsen vermieden. Nach Monofokallinsenimplantation wird für das Nahsehen eine Brille benötigt, die ungern getragen wird.

Hier soll ein 14jähriger Patient nach der Implantation einer refraktiven Multifokallinse ARRAY SA 40 N nach Cataracta traumatica bei Zn. Contusio bulbi durch eine Knallkörperverletzung vorgestellt werden.

Es wurden prä- und postoperativer Visus, Refraktion, Farbsehen, Kontrastsehen, Dämmerungssehen sowie Stereosehen untersucht. Zusätzlich erfragten wir die subjektive Zufriedenheit, das Brillentrageverhalten und mögliche optische Phänomene.

Vor der Operation war der unkorrigierte Fernvisus 0,05, der korrigierte Fernvisus 0,1 und Nahvisus Nd. 9. Am ersten postoperativen Tag betrug der unkorrigierte Visus 0,8 korrigiert 1,0 (Astigmatismus $-1,0 / 120^\circ$), Nahvisus frei Nd. 2. Sieben Monate später war der unkorrigierte Fernvisus 1,0 p, mit Korrektur 1,25 (Astigmatismus $-1,0/120^\circ$), Nahvisus frei Nd 1. Das Farbsehen, Kontrastsehen und Stereosehen waren intakt. Der Mesotest ergab volle Sehschärfe ohne Blendung und war mit Blendung eingeschränkt.

Der Patient war mit der Implantation sehr zufrieden, benötigt weder für Ferne noch für Nähe eine Brille und nimmt keine optischen Phänomene wahr.

Die einseitige Implantation von refraktiven Multifokallinsen bei jungen Patienten ist möglich. Sie führt zu guten postoperativen Ergebnissen und ist den oben genannten Alternativen überlegen. Sie sollte jedoch nur vorgenommen werden, wenn keine weiteren pathologischen Befunde außer Katarakt am Auge vorliegen.

4.4.2 Asymmetrische Multifokallinsenimplantationen

Diese Falldarstellungen sollen veranschaulichen, dass auch bei Patienten mit unterschiedlichen Multifokallinsentypen nach Kataraktoperation eine gute Patientenzufriedenheit und ein guter Visus erreicht werden kann.

Eine 52jährige Patientin erhielt im Rahmen von Prelex (Refraktiver presbyoper Linsenaustausch mit Implantation einer multifokalen Intraokularlinse) am linken Auge eine refraktive Multifokallinse vom Typ Array SA40N mit +30,0 Dioptrien und fünf Monate später am Partnerauge eine diffraktive Multifokallinse vom Typ Pharmacia ZM900 mit +29,5 Dioptrien.

Präoperativ war der Fernvisus beiderseits 1,0 bei einer Refraktion von rechts +4,0 und links von + 5,5 Dioptrien. Ohne Korrektur erreichte die Patientin ein Visus von 0,2 rechts und 0,1 links. Am ersten postoperativen Tag war der unkorrigierte Fernvisus rechts 1,0 und links 0,8. Nach Astigmatismusausgleich von 1,5 Dioptrien wurde auch am linken Auge ein Fernvisus von 1,0 erreicht. Beidseits war der Nahvisus vor Operation mit +2,25 Dioptrien Nieden eins. Nach der Operation hat die Patientin beidseits Nieden eins ohne Korrektur gelesen. Drei Monate postoperativ fiel der Fernvisus am linken Auge, aufgrund einer hinteren Kapsel­fibrose, auf 0,6 ab. Nach YAG-Kapsulotomie stieg der Fernvisus auf 1,2 mit einer Astigmatismuskorrektur von -1,5 Dioptrien an. Ohne Korrektur wurde ein Fernvisus von 0,5 erreicht.

Die Patientin ist mit dem Operationsergebnis zufrieden. Sie benötigt aufgrund des Hornhautastigmatismus zeitweise eine Brille.

Ein weiterer Patient erhielt nach Implantation einer Array SA40N am Partnerauge eine AcrySof ReStor SN60D3. Auch hier bekam der Patient eine refraktive auf der einen Seite und eine diffraktive Multifokallinse auf der anderen Seite. Der Fernvisus stieg von 0,2 beidseits auf 1,0 ohne Korrektur an. Der Nahvisus war auch postoperativ ohne Korrektur Nieden 1. Dieser Patient war mit der asymmetrischen Implantation von Multifokallinsen sehr zufrieden und benötigt kaum eine Brille.

4.5 Ergebnisse nach Implationen von diffraktiven Multifokallinsen vom Typ AcrySof ReStor SN60D3 (Abb.7)

In der Augenklinik Berlin-Marzahn wurden 14 Augen bei 10 Patienten mit diffraktiven Multifokallinsen der neueren Generation versorgt. Der bestkorrigierte präoperative Fernvisus war im Median 0,3. Im Nahbereich wurde im Median noch Nieden 1 gelesen, bei einem durchschnittlichen Nahzusatz von 3,5 Dioptrien. Der Fernvisus stieg ohne Korrektur auf 1,0 nach der Operation an. Auch der Nahvisus erreichte Nieden 1 ohne Korrektur. Die Patienten waren mit dem Ergebnis sehr zufrieden.

Das Kontrastsehen wurde mit dem Optec 6500 Vision Tester (Abb.50) untersucht. Als Vergleich wurden 10 Patienten, die beidseits eine Array-Multifokallinse erhielten, herangezogen.

Bei dieser Untersuchung unter photopischen (85 cd/m^2) und mesopischen (3 cd/m^2) Bedingungen, jeweils mit und ohne Blendung, zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen der ReStor – Multifokallinse und der Array Multifokallinse.



Abb.50



Abb.51

Die Ergebnisse der Untersuchung wurden in ein logarithmisches Diagramm eingetragen. Den Patienten wurden Sinus-Gitter (Abb.51) mit Ortsfrequenzen zwischen 1,5 und 18 Perioden/Grad (Abszisse der folgenden Diagramme) dargeboten. Auf der Ordinate erscheinen die Werte der Kontrastempfindlichkeit, die durch den reziproken Wert der Kontrastschwelle ausgedrückt werden. Je niedriger der Kontrast, der notwendig ist, um ein Gitter aufzulösen, desto höher ist die

Kontrastempfindlichkeit. Sie kann als Kehrwert des Kontrastes definiert werden [72]. Für jede Ortsfrequenz wurde der Wert der Kontrastschwelle ermittelt, der gerade ausreicht, um ein Gitter wahrzunehmen.

Die Fläche zwischen den gestrichelten Linien kennzeichnet den Referenzbereich, in dem sich, laut Herstellerangaben von Optec 6500 Vision Tester, die Kontrastempfindlichkeit von 90 Prozent der Normalbevölkerung darstellt.

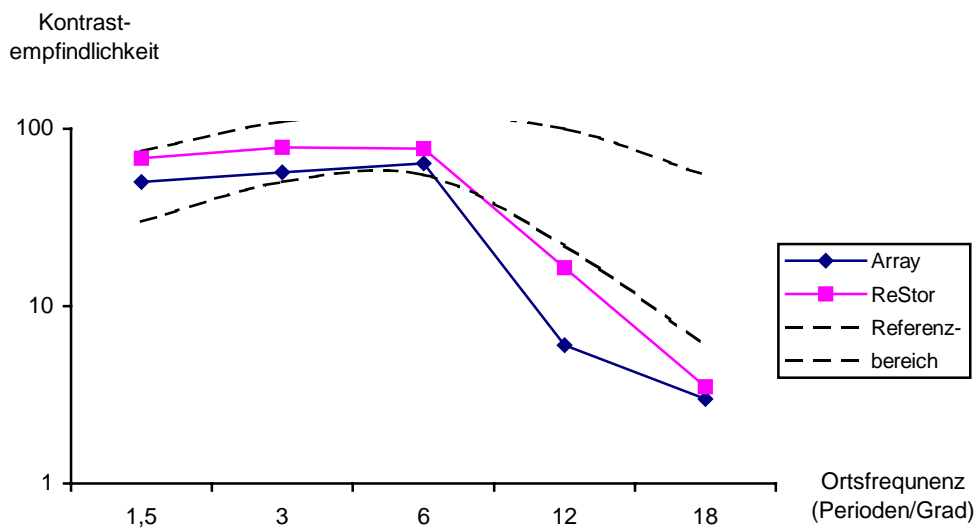


Abb.52: Kontrastempfindlichkeitskurve bei einer Leuchtdichte von 85 cd/m² mit Blendung

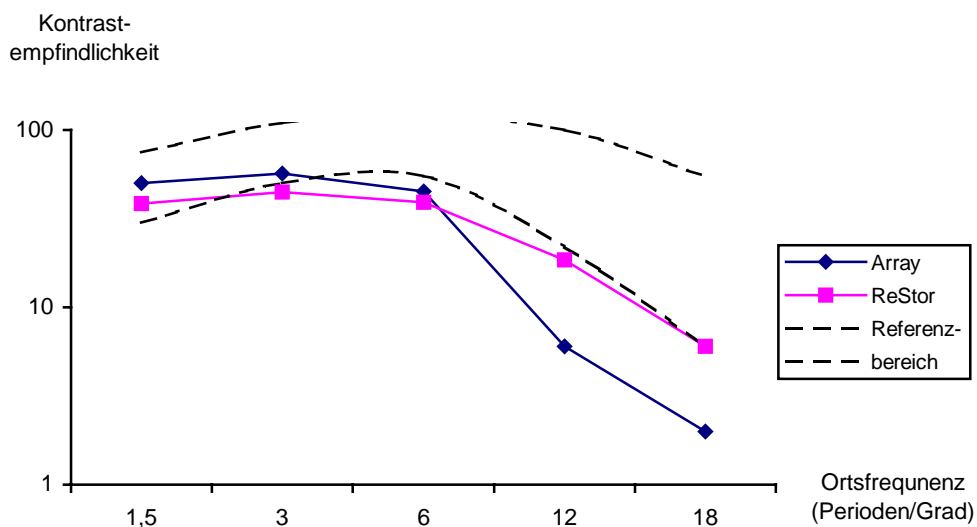


Abb.53: Kontrastempfindlichkeitskurve bei einer Leuchtdichte von 85 cd/m² mit Blendung

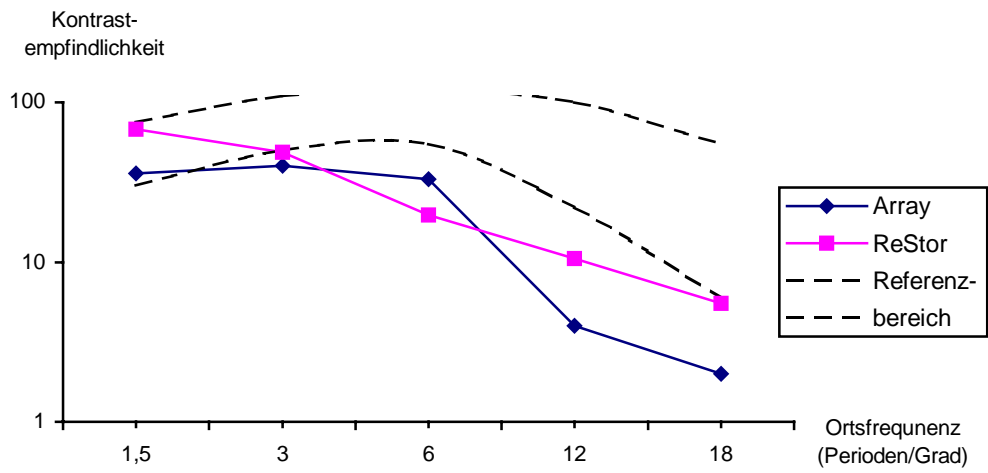


Abb.54: Kontrastempfindlichkeitskurve bei einer Leuchtdichte von 3 cd/m² ohne Blendung

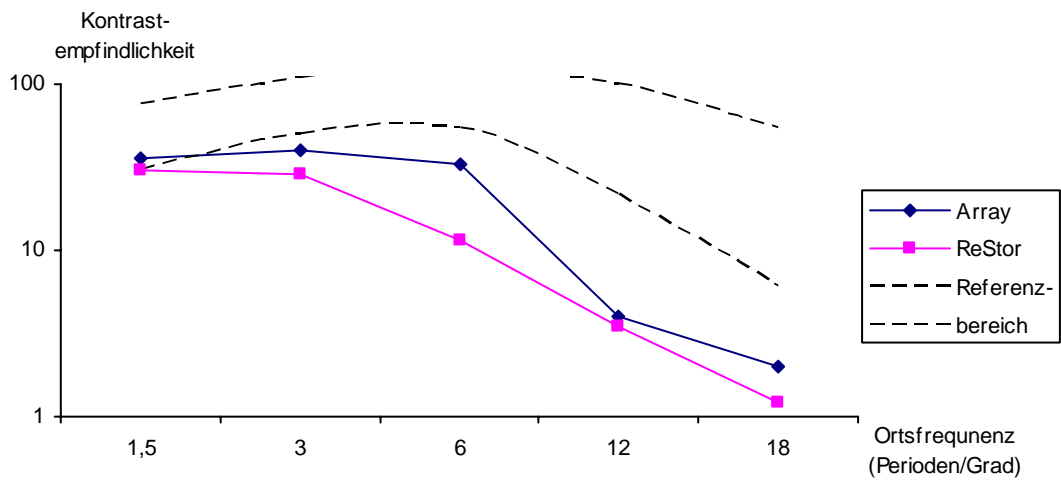


Abb.55: Kontrastempfindlichkeitskurve bei einer Leuchtdichte von 3 cd/m² mit Blendung

5. Diskussion

Multifokallinsen wurden erstmalig 1986 von John Pearce implantiert [15]. Von den zahlreichen Typen der ersten und zweiten Generation von Multifokallinsen sind die wenigsten faltbar. Nichtfaltbare Multifokallinsen führen jedoch aufgrund des größeren Hornhautschnittes zu erhöhtem postoperativen Astigmatismus, welcher meist durch eine Brille korrigiert werden muss. Sinn der Multifokallinsen ist es aber, dem Patienten scharfes Sehen in Nähe und Ferne ohne zusätzliche Korrektur zu ermöglichen.

Ziel der Arbeit war es herauszufinden, ob die refraktive faltbare Multifokallinse ARRAY SA 40 N die Erwartungen, wie Sehen in der Nähe und Ferne bei weitgehender Brillenunabhängigkeit, erfüllt. Zudem sollte untersucht werden, inwieweit Vorurteile, wie eine postoperativ vermehrte Blendempfindlichkeit und die Wahrnehmung optischer Phänomene, gerechtfertigt sind. Im Vergleich zu Monofokallinsen sollen Unterschiede zu Multifokallinsen gezeigt werden.

Der unkorrigierten Fernvisus war postoperativ im Median bei den Monofokallinsen 0,4 und bei den Multifokallinsen 1,0. Ursache hierfür ist, dass bei den Monofokallinsen eine Zielrefraktion im leicht myopen Bereich (-0,5 Dioptrien) angestrebt wurde. Zudem wurde bei den Monofokallinsen der Astigmatismus noch nicht auskorrigiert. Bei den Multifokallinsen hingegen gilt ein größerer präoperativer Astigmatismus als Ausschlusskriterium.

Der postoperative Fernvisus war im Median bei den Multifokallinsen 1,0 (ohne Korrektur) und bei den Monofokallinsen 0,8 (mit Korrektur). Es zeigte sich eine Verbesserung des Fernvisus ohne Korrektur bei 98,1% der Multifokallinsenaugen und bei 86,2% der Monofokallinsenaugen. Der Nahvisus der Multifokallinsen mit Nahzusatz stieg im Median von präoperativ Nieden 1,5 auf Nieden 1,0 postoperativ ohne Nahzusatz. Bei den Monofokallinsen stieg der Nahvisus dagegen von Nieden 4,0 auf Nieden 1,0 postoperativ, allerdings nur mit Nahzusatz. Damit waren unsere Ergebnisse vergleichbar mit Resultaten anderer Studien. Multifokale Intraokularlinsen können nach Kataraktextraktion die Qualität der visuellen Rehabilitation der Patienten steigern, indem sie die Notwendigkeit einer zusätzlichen Brillenkorrektur reduzieren. Im Fall der Array MIOL wird auch im Intermediärbereich ein Sehvermögen ermöglicht [14, 19, 20, 22, 30, 51, 52, 87, 88, 90].

Auch in der spätpostoperativen Untersuchung (nach 4,14 Jahre) von Patienten mit Multifokallinsen zeigte sich ein guter Fernvisus ohne Korrektur von 1,0 sowie ein Nahvisus im Median von Nieden 1 ohne Korrektur.

Einzelne Patienten mit geringen Nebenbefunden, wie kompensiertes Offenwinkelglaukom, beginnende Makuladegeneration, Hornhautdystrophien, Pseudoexfoliationssyndrom und mäßigem Astigmatismus, bekamen nur in Ausnahmefällen, auf ausdrücklichen Wunsch und nach umfassender Aufklärung Multifokallinsen implantiert. Die Auswertung der Daten macht deutlich, dass trotz dieser präoperativen Nebenbefunde akzeptable Ergebnisse erreicht werden können.

Durch die Verwendung faltbarer hoch brechender Silikonlinsen ist nach kleiner Clear-Cornea-Inzision der operativ induzierte Astigmatismus gegenüber den in der Vergangenheit verwendeten nichtfaltbaren Intraokularlinsen deutlich geringer [57].

In unserer Untersuchung kam es bei den Multifokallinsen zu einer leichten, jedoch nicht signifikanten Zunahme des Betrags des Astigmatismus (0,25 Dioptrien) nach der Operation. Bei den Patienten mit Monofokallinsen änderte sich der Astigmatismusbetrag postoperativ kaum.

In der Auswertung der postoperativen Daten zeigte sich, dass nicht bei allen Patienten der Astigmatismus in der Patientenakte erfasst wurde und somit ein Vergleich mit dem präoperativen Astigmatismus zwischen Monofokallinsen- und Multifokallinsenpatienten nicht eindeutig geführt werden kann. Hier ist davon auszugehen, dass bei Erreichen des Visus 1,0 ohne Korrektur der Astigmatismus praktisch kaum noch eine Rolle spielt und somit vernachlässigt bzw. nicht notiert wurde.

Obwohl ein Astigmatismus $>1,5$ Dioptrien zu den Ausschlusskriterien zählt, wurde auf ausdrücklichen Wunsch zweier Patienten mit erhöhtem Astigmatismus eine Multifokallinse implantiert. Trotz des stärkeren präoperativen Astigmatismus wurden bei beiden Patienten gute postoperative Ergebnisse erreicht. Hier konnte durch Clear-Cornea-Inzision im steilsten Meridian der Astigmatismus reduziert werden.

Auch in Untersuchungen von U. M. Klemen und T. Kohlen et al wurde gezeigt, dass der operativ induzierte Astigmatismus durch geeignete Inzision und Implantationstechnik gering gehalten werden kann. Hier wird, wie schon erwähnt, die Clear-Cornea-Inzision gezielt im steilsten Meridian der Astigmatismus empfohlen, da im Bereich der Inzision eine Abflachung der Hornhaut entsteht. Allerdings führen Augen mit präoperativem Astigmatismus von mehr als 1,0

Zylinderdioptrien zu einer schlechteren Multifokalität. Auch soll die postoperative Refraktion (Zielrefraktion) im leicht hyperopen Bereich mit maximal + 1,0 Dioptrien sphärisches Äquivalent eine bessere Multifokalität als bei Augen mit geringer myoper Fernkorrektur bis zu – 1,0 Dioptrien haben [15,16, 55, 56, 82]. Weitere Publikationen zeigen, dass gerade ein größerer Astigmatismus zur Verschlechterung des Visus im Intermediärbereich und im Fernbereich führt. [41, 93].

Bei der Auswertung des Fragebogens wurde auch das Brillentrageverhalten analysiert. Hierbei stellte sich heraus, dass die Mehrzahl der Patienten mit Monofokallinsen erwartungsgemäß postoperativ noch Sehhilfen, meist Lesebrillen, benutzt. Von den Patienten mit Multifokallinse, die eine Sehhilfe benutzen, wird meist nur eine Lesebrille getragen. Es sind vor allem die binokularen Multifokallinsenträger betroffen. Ursachen hierfür können sein, dass die maximal 3,5 Dioptrien der Multifokallinse für den Nahbereich, gemessen in Luft, im Patientenaugenauge zu schwach sind, da in situ die Nahaddition der Multifokallinsen 2,1 bis 2,4 Dioptrien je nach Bulbuslänge beträgt [94]. Ein weiterer Grund für den postoperativen Gebrauch von Lesebrillen besteht darin, dass durch die Benutzung der Lesebrille die Fernzonen der Multifokallinse auch für den Nahteil unterstützend genutzt werden können und zum anderen, dass die gewünschte Zielrefraktion nicht immer erreicht wurde.

Multifokallinsenimplantationen erfordern eine noch exaktere Berechnung als die für Monofokallinsen, da das Ziel die postoperative Emmetropie ist, um eine zusätzliche Korrektur durch Sehhilfen weitestgehend zu vermeiden [27]. Eine genaue Berechnung der Zielrefraktion bietet die Non-Kontakt-Biometrie des IOL-Masters. Es wird zudem eine postoperative Zielrefraktion im emmetropen bzw. leicht hyperopen Bereich empfohlen [15, 34, 58]. Die Ausmessung mit dem IOL-Master konnte bei sehr eingetrübten Linsen jedoch nicht immer durchgeführt werden. Hier wurde die Kontakt-Ultraschallbiometrie mit automatischer Bildanzeige angewendet. Ein Nachteil der Kontakt-Ultraschallbiometrie ist jedoch die mögliche Abplattung des Vorderabschnittes, was zu einer entsprechenden Augenachsenverkürzung und damit zu falschen Ergebnissen der Zielrefraktion führen kann [27].

In einer Analyse von Preußner wird auf Grenzen der Vorhersagegenauigkeit der Zielrefraktion hingewiesen. Er gibt vier unabhängige mögliche Fehlerquellen an. Zuerst werden Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Achsenlänge trotz optischer Interferometrie beim IOL-Master oder Ultraschall-Bestimmung erwähnt.

Dann schildert er, dass bei der Bestimmung der Hornhautradien, bei Augen die von der Norm abweichen, Fehler möglich sind. Eine weitere Fehlerquelle entsteht bei der Schätzung der postoperativen Linsenposition durch individuell unterschiedliche Kapselsacksituationen. Und schließlich sind Herstellungsfehler der Intraokularlinsen möglich [79].

Trotz dieser Problematik bieten die refraktiven Multifokallinsen in der Ferne sowohl mit als auch ohne Korrektur einen guten Visus. Sie verbessern den Visus in der Nähe und schaffen mehr Brillenunabhängigkeit. Auch in anderen Studien zeigt der Vergleich, dass unter Beachtung der Ausschlusskriterien der Fernvisus und auch die Kontrastsensitivität ähnlich denen der Monofokallinsen sind. Das Sehen von Multifokallinsenträgern ist in der Nähe ohne zusätzliche Korrektur akzeptabel und mit Korrektur werden oft noch bessere Resultate erzielt. Auch im Intermediärbereich wird eine geringe Sehschärfe erreicht [19, 30, 32, 52, 57, 88, 90].

Bei der Operation ist darauf zu achten, dass die Linse weder dezentriert noch verkippt implantiert wird, was für die visuelle Rehabilitation, insbesondere für die Fokussierung bei Multifokallinsen, wichtig ist. Dies ist gerade bei den von uns verwendeten Silikonlinsen von Bedeutung, da Silikonlinsen im Vergleich zu PMMA-Intraokularlinsen einen kleineren optisch wirksamen Durchmesser aufweisen [17].

In einer Untersuchung von Dick et al wird über Dezentrierung und Tilt (Verkipfung) bei Intraokularlinsen berichtet. Hier wird bei der Multifokallinse Typ SA 40N und auch der Monofokallinse Typ SI 40 NB von einer guten Zentrierung und minimaler Verkipfung nach zirkulärer Kapsulorhexis und IOL-Implantation in den Kapselsack auch in den Folgemonaten berichtet. Wobei eine lockere Zonula durch Trauma, Pseudoexfoliationssyndrom oder höhere Myopie bei Achsenlänge von mehr als 26 Millimeter die Intraokularlinsenfixation beeinflussen kann und bei der Linsenauswahl berücksichtigt werden muss bzw. in diesem Fall von Multifokallinsenimplantation Abstand genommen werden sollte. Auch Jahre nach der Implantation kann es noch zu Intraokularlinsendislokationen kommen [17]. Andererseits scheint ein gewisses Maß an Dezentrierung und Tilt der implantierten Linse dennoch akzeptabel zu sein [96].

Eine mittlere Refraktionsänderung im postoperativen Verlauf (Shifting) von 24 Monaten von mehr als einer Dioptrie zum myopen Bereich wird in einer Studie von Hessemer et al beschrieben [43]. Krist et al. zeigt in einer Studie einen leichten Minus-Shift über fünf Monate. Dies kann möglicherweise durch eine zunehmende

Kapsel­fibrose, verbunden mit Kapselsackschrumpfung, was zu einer anterioren Verlagerung führen kann, verursacht werden [58]. Es bleibt also abzuwarten, ob es im spät­postoperativen Verlauf zu merklichen Refraktionsänderungen kommt. In der von uns nach mehr als vier Jahren erneut untersuchten Patientengruppe mit siebzehn Augen kam es jedoch zu keiner deutlichen Refraktionsänderung.

Auch scheint das Falten der Multifokallinse zum Implantieren keinen Einfluss auf den Visus zu haben, obwohl es wie auch bei der Monofokallinse zu diskreten Veränderungen der Linsenoberfläche kommen kann [40]. Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass beim Falten der Linse Haptikdefekte entstehen, die bei der Implantation noch unbemerkt bleiben und erst später die Dezentrierung der Linse folgt [38]. Haptik oder Linsendefekte wurden jedoch bei uns nicht beobachtet.

Trotz der Wahrnehmung von optischen Phänomenen wird ein hohes Maß an Patientenzufriedenheit erreicht [32, 87, 88]. Refraktive Multifokallinsen ermöglichen durch den guten Visus in der Ferne, in der Nähe und im Intermediärbereich eine relative Brillenunabhängigkeit und damit eine stärkere Teilnahme an gesellschaftlichen Aktivitäten für die Betroffenen [13, 29, 88].

In unserer Befragung war der größte Teil der Patienten mit der Array-Multifokallinse zufrieden bis sehr zufrieden, vor allem nach bilateraler Implantation. Beim Vergleich von Patienten mit beidseitig implantierten Multifokallinsen und Patienten, die einseitig eine Multifokallinse erhielten, ergeben sich folgende Werte: 58,6% der bilateralen gegenüber 38,2% der unilateralen Patienten waren sehr zufrieden. Ursache für die geringere Zufriedenheit kann in der Asymmetrie bei unilateraler Implantation gesehen werden. Hierbei führt die gestörte Binokularität, insbesondere Aniseikonie, zu Beschwerden. Auch 4,14 Jahre postoperativ war die Mehrzahl der Patienten mit der refraktiven Multifokallinse sehr zufrieden.

Das Stereosehen ist nach bilateraler Implantation infolge des Visusanstiegs verbessert [30]. Ein Problem gerade bei den älteren Patienten ist, dass die binokuläre Fusion oft reduziert ist und es nach einer längeren Phase asymmetrischen Lichteinfalls und asymmetrischer Bildqualität zu Fusionsstörungen kommt. Daher ist eine zeitnahe Terminierung der Operation bei stärkerer Katarakt des Partnerauges wichtig [60].

Ein möglicher Nachteil von sowohl refraktiven als auch diffraktiven Multifokallinsen ist die postoperative Wahrnehmung von Lichtsensationen. Die Wahrnehmung

optischer Phänomene hängt von der Hornhauttopographie, dem Astigmatismus, dem IOL-Design, der Pupillenweite und dem Patientenalter ab [5].

Bei der Auswertung der Frage nach optischen Phänomenen zeigt sich, dass die Mehrzahl der Multifokallinsenpatienten Halos (Lichtringe) und die Mehrheit der Monofokallinsenpatienten durch unkorrigierten Astigmatismus monokulare Doppelbilder wahrnehmen. Die große Mehrheit unserer Patienten jedoch empfand die Phänomene, wie die Befragung zeigt, als wenig störend.

Neben dem Auftreten von optischen Phänomenen, wie Halos (Lichtringe), Streubilder, Überblendungen und Nachbilder, wurden auch in anderen Publikationen Blend- und Kontrastsehstörungen bei Multifokallinsenträgern beschrieben [6, 61]. Optische Phänomene treten aber auch bei Monofokallinsenträgern auf [5, 15, 87, 88]. Sie entstehen durch Reflexionen an der Optikkante der Linse, wodurch es zur Abbildung bogenförmiger optischer Sensationen auf der Netzhaut kommt, was zu reduzierter Kontrastsensitivität führen kann. Auch diese hängen von der Hornhauttopographie, dem Astigmatismus, dem Linsendesign und der Pupillenweite ab. Gerade bei Linsen mit scharfer Optikkante sind die Lichtsensationen intensiver und werden von einigen Patienten als sehr störend empfunden [5, 33, 39]. Die optischen Phänomene treten vor allem bei weiter Pupille auf. Hiervon sind überwiegend jüngere Patienten betroffen, da diese eine höhere Variabilität der Pupillenweite besitzen. [5].

Die Wahrnehmung von Halos bei Multifokallinsenträgern wird vor allem um Lichtquellen beschrieben. Halos entstehen hier durch hintereinander liegende Brennpunkte mit Überlagerung fokussierter und nichtfokussierter Netzhautbilder. Die Intensität der Halos um Brennpunkte ist von der Lichtverteilung zwischen Nah- und Fernfokus und die Halogröße vom Pupillendurchmesser und der Hornhautrefraktion abhängig [74,75]. In einer Untersuchung von Schmidinger et al. wurde die Halogröße und Intensität bei refraktiven und diffraktiven Multifokallinsen mittels Computerprogramm (Halostimulator 1.0) verglichen. Die Haloausdehnung war bei der diffraktiven Multifokallinse größer als bei der refraktiven. Die Halointensität war bei beiden etwa gleich [83].

In einer Publikation von Arnold et al. werden verschiedene optische Phänomene ihrer möglichen Ursache zugeordnet. Hierbei zeigt er, dass Lichtblitze durch hintere Glaskörperabhebung, Halos durch IOL-Optik oder Kapseltrübung, Lichtausbuchtungen durch IOL-Dezentrierung oder iatrogene Korektomie

(Dezentrierung der Pupille), Lichtpunkte oder Lichtflecke dagegen durch innere Reflexion der IOL und schließlich Blendungen durch Makuladegeneration oder Kapseltrübung hervorgerufen werden können [2].

Die monokularen Doppelbilder unserer Monofokallinsenpatienten waren überwiegend bei Patienten mit erhöhtem Astigmatismus ohne optische Korrektur zu finden.

Die subjektive Farbwahrnehmung hat sich sowohl bei den Multifokallinsenpatienten als auch bei den Monofokallinsenpatienten kaum verändert. Es wurde jedoch bei fast der Hälfte der Multifokallinsenpatienten und etwa bei einem Drittel der Monofokallinsenpatienten eine intensivere Farbwahrnehmung beschrieben. Dies erklärt sich dadurch, dass die getrübe Linse vor der Operation die Farbwahrnehmung beeinträchtigt hat.

Ein zusätzlicher Blaulichtfilter, der die gelbe Linsen-Pigmentierung der natürlichen, kristallinen Linse imitiert und die Netzhaut und ihre Pigmentoberfläche vor energiereichen Lichtstrahlen schützen soll, kommt bei der diffraktiven AcrySof ReSTOR Multifokallinse zum Einsatz [81]. Diskutiert wird in dem Zusammenhang, dass es bei Intraokularlinsen mit Blaulichtfilter zu einer Beeinflussung des Farbsehens kommen kann. Bislang konnte das in Studien, so Augustin, nicht nachgewiesen werden [7].

Bei fast zwei Drittel der Multifokallinsenpatienten hat sich das Dämmerungssehen subjektiv nicht verändert. Mehr als 20% der Multifokallinsenpatienten empfanden ein verbessertes Dämmerungssehen und fast 15% gaben eine Verschlechterung an. Bei den Monofokallinsenpatienten fiel die Verteilung der Veränderung des Dämmerungssehens anders aus; fast 60% empfanden keine Änderung, 21% eine Verschlechterung und nur 21% etwa empfanden eine Verbesserung.

Die Auswertung der subjektiven Bewertung der Blendempfindlichkeit bei den Multifokallinsenträgern hat ergeben, dass die Patienten überwiegend keine Änderung oder sogar eine Abnahme der Blendempfindlichkeit wahrnahmen. In vielen Publikationen wird jedoch eine Zunahme der Blendempfindlichkeit nach der Implantation von diffraktiven und auch refraktiven Multifokallinsen erwähnt [6, 51]. Bei der Monofokallinsenpatientengruppe ist die Anzahl der Patienten, die eine Abnahme der Blendempfindlichkeit angaben, gleich derer, die eine Zunahme angaben. Die Abnahme der Blendempfindlichkeit ist wahrscheinlich auf die

präoperative Blendung durch die zum Teil starke unregelmäßige Trübung der Linse, insbesondere bei der Wasserspaltenkatarakt, zurückzuführen.

Viele Publikationen machen deutlich, dass es nach der Implantation refraktiver Multifokallinsen zur Abnahme der Kontrastempfindlichkeit kommt [12, 33, 73]. Die Abnahme wird durch die Reflexion an den Grenzflächen der refraktiven Zonen der Linsenvorderfläche erklärt. In einer Arbeit von Freudenthaler et al wird allerdings von einer höheren Kontrastempfindlichkeit bei refraktiven Multifokallinsen gegenüber Monofokallinsenträgern nach bilateraler Implantation berichtet [24]. Unsere Patienten zeigten nach über vier Jahren eine Kontrastempfindlichkeit im Median von 310 von maximal 560 ermittelt mit „Cambridge Low Contrast Gratings“ und liegt somit im oberen Mittelfeld. Bei der Untersuchung der Kontrastempfindlichkeit mit dem Optec 6500 Vision Tester unter photopischen (85 cd/m^2) und mesopischen (3 cd/m^2) Bedingungen, jeweils mit und ohne Blendung, stellte sich kein signifikanter Unterschied zwischen der ReStor–Multifokallinse und der Array-Multifokallinse dar.

Ein Vergleich zwischen refraktiver Array Multifokallinse und diffraktiver 3M-Multifokallinse mit den Regan-Kontrasttafeln ergab bei allen Kontraststufen ebenfalls keinen statistisch signifikanten Unterschied bei der Kontrastempfindlichkeit [15].

Auch im Vergleich von refraktiven Multifokallinsen mit Monofokallinsen berichteten Schmits et al in einer Untersuchung, dass es bei mäßiger und starker Blendung durch Halogenlicht, wie es beispielsweise durch Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen entsteht, zu keinem signifikanten Unterschied der Kontrastempfindlichkeit zwischen refraktiven Multifokallinsen und Monofokallinsen kommt [85].

Aus physikalischen Gründen entfallen bei diffraktiven Multifokallinsen jeweils nur maximal 41% der einfallenden Lichtenergie auf Fern- und Nahfokus. Bei der refraktiven Array Multifokallinse entfallen 50-60% der Lichtenergie auf den Fernfokus und 25-35% auf den Nahfokus, die restliche Lichtenergie fällt dem Intermediärbereich zu [15].

Mit zunehmendem Alter kommt es selbst auch ohne Katarakt-Operation zur Abnahme der Kontrastempfindlichkeit und zur Zunahme der Blendempfindlichkeit. Hier ist dem Alter, insbesondere der Oberflächenbeschaffenheit der Hornhaut, eine besondere Bedeutung beizumessen [35, 50, 84].

Die Auswertung über die Teilnahme am Straßenverkehr zeigt, dass die Multifokallinsenpatienten häufiger am Straßenverkehr teilnehmen als Patienten mit

Monofokallinsen, was wohl auch auf das Alter der Patienten zurückzuführen ist. Hier stellt sich die Frage, inwieweit sich die subjektive Blendempfindlichkeit bei Nachfahrten verändert hat. Etwa die Hälfte der befragten Multifokallinsenpatienten gab keine Zunahme der Blendempfindlichkeit bei Nachfahrten an. Eine Zunahme bzw. leichte Zunahme wurde von 28,5% der Patienten berichtet. Bei den Monofokallinsenpatienten schilderten 37,5% der Patienten keine Zunahme und 12,5% eine Zunahme bzw. eine leichte Zunahme der Blendempfindlichkeit bei Nachfahrten an. Den fehlenden Prozentangaben entsprechen die Patienten, die hierzu keine Aussage trafen.

In Studien hinsichtlich der Fahrtauglichkeit werden kaum Unterschiede zwischen Multifokallinsen- und Monofokallinsenpatienten beschrieben. Bei der Blendempfindlichkeit durch Halogenlicht von entgegenkommenden Fahrzeugen zeigen sich keine nennenswerten Differenzen zwischen Multi- und Monofokallinsen [12, 84].

Es wird jedoch erwähnt, dass pseudophake Augen gegenüber phaken Augen häufig eine reduziertes Kontrastsehen und reduziertes Sehen bei Dauerblendung aufweisen, was zu einer Einschränkung der Fahrtauglichkeit vor allem unter mesopischen Verhältnissen führen kann sowohl bei Monofokallinsenträgern als auch bei Multifokallinsenträgern [15, 35, 39]. Es sollten vor allem Patienten höheren Alters aufgrund des verminderten Kontrastsehens und der erhöhten Blendempfindlichkeit auf ihre Nachfahrtauglichkeit (z.B. mit einem Mesoptometer) hin untersucht werden, da hier oft pseudophake Patienten die Richtlinien der DOG nicht erfüllen [35].

Die Patienten, die sich für Multifokallinsen entschieden haben, sind in unserer Untersuchung jünger als Patienten, die Monofokallinsen implantiert bekamen. Das Durchschnittsalter der Multifokallinsenpatienten beträgt 63 Jahre und das der Monofokallinsenpatienten 78 Jahre. Diese Altersdifferenz (hier 15 Jahre) ist nicht ungewöhnlich, wie Publikationen belegen [73]. Es wird hier deutlich, dass sich die Patienten mit zunehmendem Alter eher für Monofokallinsen entscheiden, jüngere, aktive und geistig bewegliche Patienten hingegen geeignetere Kandidaten für Multifokallinsen sind [73]. Ein Grund dafür ist, dass vor allem ältere Patienten schon vor der Operation an das Tragen einer Brille gewöhnt sind.

Jedoch beschreibt Gerstmeyer et al in einer Verlaufsuntersuchung von prä- und postoperativen IQ die Multifokallinsenimplantation (Array SA 40 N) sogar als „Anti-

Aging-Maßnahme“, da die Alltagsaktivitäten nach der Implantation zunehmen und diese schließlich mit einem Intelligenzanstieg korrelieren sollen [29].

Multifokallinsen sind nicht ausschließlich der älteren Generation vorbehalten, wie Jacobi et al. in einer Publikation zeigt. Hier wurden Patienten im Alter von 2-14 Jahren refraktive Multifokallinsen mit guten Ergebnissen implantiert [48]. Auch die einseitige Implantation bei jungen Patienten führte zu guten Ergebnissen [49].

In einem neueren case report wurde über die Implantation refraktiver Multifokallinsen vom Typ Array und ReZoom bei pädiatrischen Patienten berichtet. Nicht nur der Visus verbessert sich postoperativ, auch Aktivität und Geschicklichkeit nahmen zu, wodurch die körperliche Entwicklung der Kinder positiv beeinflusst wurde. Nur bei einem Patienten mit der Array-Multifokallinse trat vier Monate postoperativ eine hintere Kapselfibrose auf [1]. Wir haben mit guten Ergebnissen bei jungen Patienten, wie ein Beispiel in Form einer Falldarstellung belegt, refraktive Multifokallinsen implantiert, auch in Form von Sekundärimplantationen mit sklerafixierten Multifokallinsen.

Bei Kataraktoperationen kann bei älteren Patienten aufgrund der teilweise härteren Linsenkerne, Pseudoexfoliationssyndrom, sowie Kapsel- oder mögliche Zonuladefekte nach Trauma der Ablauf der Operation erschwert werden. Um eine mögliche Unruhe und daraus resultierende Probleme während der Operation zu vermeiden, muss der Patient schon vor der Operation entsprechend vorbereitet werden [70]. Eine defekte Kapsel führt jedoch nicht unbedingt zum Ausschluss einer Multifokallinsenimplantation. Hier besteht auch die Möglichkeit einer sulkusfixierten bzw. sklerafixierten Implantation [23].

Im Hinblick der postoperativen Nachstarentwicklung kam es in unserer Multifokallinsen - Patientengruppe zu einer hinteren Kapselverdichtung bei 7 von 79 Patienten. In einer vergleichenden Untersuchung der MF4 und Array SA 40N stellt sich eine deutlich ausgeprägtere postoperative Kapselfibrose der hydrophilen Acryllinse MF4-Linse gegenüber der Array SA 40N dar [98].

Menapace zeigt in einer Untersuchung, dass sogar bei Silikonlinsen, sofern sie eine scharfe Optikkante haben, die regenerationsfördernde Nachstarre deutlich gesenkt werden kann. Er nennt hier als Ursache die fibrosekatalysierende Potenz der Silikone, die eine feste und dauerhafte Verklebung der Kapselblätter entlang des Optikrandes bewirken können [63].

Eine Publikation von Häberle et al. beschreibt in einer klinischen Analyse die häufigsten Ursachen für die Explantation von refraktiven und diffraktiven Multifokallinsen. Hier kam es infolge von intolerablen Refraktionsfehlern durch Verfehlung der Zielrefraktion aufgrund fehlerhafter Biometrie, Dezentrierungsfehlern oder zu großer Patientenunzufriedenheit zur Explantation von Multifokallinsen [38].

Eine richtige Patientenauswahl, eine ausführliche Patientenberatung, eine exakte IOL-Berechnung und eine sorgfältig durchgeführte Operation scheinen daher unabdingbar für die Vermeidung von Komplikationen bei der Implantation von faltbaren Intraokularlinsen zu sein [9, 62].

Bei der Auswahl der Patienten ist darauf zu achten, dass ophthalmologische Begleiterkrankungen die Vorzüge der Multifokallinse nicht verhindern. Zu den oft in Publikationen erwähnten Ausschlusskriterien zählen vor allem eine ausgeprägte Makuladegeneration, ein irregulärer Astigmatismus bzw. ein Astigmatismus von mehr als 1,5 Dioptrien, Optikusatrophie, diabetische Retinopathie, ein schlecht eingestelltes Glaukom, langjährige Pilocarpintherapie sowie eine Bulbuslänge von mehr als 26 mm in der A-Scan-Biometrie [6, 15, 88]. Allerdings können auch Patienten mit mäßig ausgeprägten Begleiterkrankungen, wie trockener Makuladegeneration, Glaukom ohne Gesichtsfeldausfälle oder blande diabetische Retinopathie, im Hinblick auf den postoperativen Visus von Multifokallinsen profitieren [53, 97].

Selbst die einseitige Implantation der Multifokallinse bei jungen Patienten scheint, wie Kölli et al in einer Publikation und auch unsere Fallvorstellung zeigen, eine sinnvolle Möglichkeit der Rehabilitation zu sein, da bei Monofokallinsen für das betroffene Auge eine Nahkorrektur nötig wäre, die allerdings meist vom Patienten nicht getragen wird [54]. Jedoch muss hier bei jugendlichen Patienten bei der Entscheidung für oder gegen eine Multifokallinse berücksichtigt werden, dass man die Funktion der Makula nicht zwanzig oder dreißig Jahre vorhersagen kann. Auch Augen mit Multifokallinsen unterliegen dem gleichen Risiko der Entwicklung von Netzhautablösungen, somit kann dieser Punkt ein Problem für Retinologen darstellen, denn ein verminderter Kontrast oder auch Doppeltsehen kann den Einblick während der Operation an der Netzhaut erschweren [94]. Es konnte jedoch in einer Studie von Augustin et al gezeigt werden, dass der Funduseinblick während glaskörperchirurgischen Eingriffen bei Patienten mit Multifokallinsen nicht wesentlich

erschwert ist und somit auch bei Patienten mit zu erwartenden netzhautchirurgischen Eingriffen implantiert werden kann [8].

Die Multifokallinsen-Implantation bietet zudem die Möglichkeit der chirurgischen Korrektur hoher Myopien und kommt auch beim PRELEX-Verfahren (Refraktiver presbyoper Linsenaustausch mit Implantation einer Multifokallinse) in Frage [31, 32]. Die genaue Aufklärung der Patienten über mögliche postoperative, optische Phänomene scheint gerade bei sehr skeptischen Patienten mit fehlendem Vertrauen besonders wichtig. Dass der Wunsch nach Sehen völlig ohne Sehhilfe nach der Operation bei den meisten Patienten nicht erfüllt werden kann, sollte im Aufklärungsgespräch eine wesentliche Rolle spielen.

Die endgültige Brillenverordnung kann aufgrund der Kleinschnitttechnik, sofern erforderlich, schon zwei bis drei Wochen nach der Implantation vorgenommen werden.

Eine weitere Gruppe von Multifokallinsen, die häufig implantiert werden, stellen die diffraktiven Multifokallinsen dar. In einigen Publikationen erscheinen die diffraktiven Multifokallinsen früherer Generationen nachteiliger. So wird aufgeführt, dass es aufgrund der Interferenz der einzelnen Lichtmaxima zu stärkerer Blendung, weniger Kontrastempfindlichkeit und häufiger zum Auftreten von Halos gegenüber refraktiven Multifokallinsen kommt [35, 38, 73, 77, 88].

Die bilaterale Implantation von diffraktiven Multifokallinsen mit asymmetrischer Lichtaufteilung für Fern- und Nahfokus soll zu einer geringeren Kontrastverminderung gegenüber herkömmlichen Multifokallinsentypen führen [47]. Von der Firma Acritec (Acri.Twin) wurde dieses Prinzip weiterentwickelt. Die Linsen sind mittlerweile aus Silikon oder Acrylat mit einem Nahzusatz von + 4 Dioptrien erhältlich. Mester et al haben in einer vergleichenden Untersuchung von Array-Multifokallinsen mit dem Acri.Twin-System einen signifikant erhöhten unkorrigierten Nahvisus des Acri.Twin-System beobachtet. Ursache hierfür ist die relativ enge Pupillenweite unter photopischen Bedingungen, sodass die Nahzonen kaum in Erscheinung treten. Patienten mit Acri.Twin-System beschrieben jedoch mehr Blendung und Nebelsehen, hingegen Patienten mit Array-Multifokallinse vermehrt Halos [64, 66]. Einen erwähnenswerten Vergleich in diesem Zusammenhang zeigt ein Artikel von Pedro und Akashi: „Mixing and Matching“. Hier werden Patienten, die bilateral symmetrisch ReStor oder ReZoom Multifokallinsen erhielten, mit Patienten, die eine ReZoom Multifokallinse auf der einen Seite und eine ReStor oder Tecnis

Multifokallinse am Partner Auge bekamen, verglichen. Die Patienten mit Multifokallinsentypen verschiedener Wirkprinzipien schneiden besser bei der Lesegeschwindigkeit, der Brillenunabhängigkeit, dem binocularen Nahvisus und dem Intermediärvision ab, als Patienten mit symmetrisch implantierten Multifokallinsentypen. In einer weiteren vergleichenden Untersuchung wurden Patienten auf der einen Seite mit einer fernbetonten Acri.Twin Multifokallinse und auf der kontralateralen Seite mit einer TECNIS ZM001 Multifokallinse versorgt. Die Kontrastsehschärfe ist bei der diffraktiven Acri.Twin Multifokallinse in der Ferne besser. In der Nähe hat die TECNIS ZM001 Multifokallinse Vorteile [21, 76].

Zwei Patienten erhielten in der Augenklinik Berlin-Marzahn Multifokallinsen mit unterschiedlichen Wirkprinzipien. Ein Patient erhielt eine refraktive Array-Multifokallinse auf der einen Seite und eine diffraktive AcrySof ReStor SN60 Multifokallinse auf der anderen Seite. Ein weiterer Patient bekam zu der Array-Multifokallinse auf der einen Seite eine ZM900 Multifokallinse auf der anderen Seite. Die Patienten hatten einen sehr guten Fern- und Nahvisus ohne Korrektur und waren mit der jeweiligen Kombination sehr zufrieden.

Hunold et al haben die TECNIS ZM001 und die AMO Array SA40 N unter mesopischen und photopischen Bedingungen untersucht. Der unkorrigierte und korrigierte Fernvisus unter photopischen und mesopischen Lichtverhältnissen war vergleichbar. Der unkorrigierte und fernkorrigierte Nahvisus war für die TECNIS ZM001-Multifokallinse signifikant besser [46]. Ähnliche Vorteile verspricht man sich von der AcrySof ReStor-Linse mit der Kombination aus diffraktivem und refraktivem Optikdesign [64]. Apodisierung, Reduktion der Stufenhöhe zur Peripherie bei diffraktiven Multifokallinsen, kommt bei der AcrySof ReStor Multifokallinse zum Einsatz und soll die Kontrast- und Tiefensehschärfe verbessern [81].

Die Acri.Twin-Multifokallinsen und auch die TECNIS ZM001 haben eine asphärische Vorderfläche, was zur Reduzierung der sphärischen Aberration führt und sollen dadurch die Nachteile wie Kontrastsehschwäche und vermehrte Blendung teilweise kompensieren [28].

Ein Vergleich der refraktiven Array-Multifokallinse mit der ReStor-Multifokallinse ergab einen deutlich besseren unkorrigierten Nahvisus und eine erhöhte Brillenunabhängigkeit [71].

Auch hinsichtlich der Unabhängigkeit von der Pupillengröße ist das diffraktive Prinzip der Array SA40N überlegen, was im Nahbereich unter photopischen Bedingungen

nicht unwesentlich ist. [6,64]. Der Vergleich Array Multifokallinse mit der ebenfalls refraktiven ReZoom Multifokallinse bestätigte, dass der Visus deutlich von der Pupillengröße abhängig ist [44]. Die neuere Multifokallinse ReZomm hat jedoch einen besseren Nahvisus und erzeugt weniger störende optische Phänomene. Auch scheint die Nachstarrate durch das neue Kantendesign (OptiEdge) geringer als bei der Array-Multifokallinse [14, 25, 61, 95]

Im mittleren Entfernungsbereich zwischen 40 und 70 cm bietet die refraktive Multifokallinse ARRAY SA 40N aufgrund des stufenlosen Prinzips gegenüber der diffraktiven Multifokallinse Vorteile. Dies ist insbesondere für Patienten, die auf häufiges Sehen im mittleren Entfernungsbereich angewiesen sind, beispielsweise an einem Computerarbeitsplatz, von Bedeutung [26]. Eine vergleichende Untersuchung mit drei verschiedenen Multifokallinsentypen - Array SA 40 N, Tecnis ZM001 und Acrysof Restor - zeigte Vorteile für die neuere Generation von Multifokallinsen. Die Acrycof Restor hat einen besseren unkorrigierten Nahvisus als die Array SA 40 N, die Tecnis ZM001 liefert jedoch die besten Ergebnisse im Nahbereich, in der Lesegeschwindigkeit und auch unter mesopischen Bedingungen [18, 45].

Weitere Versuche zur Wiederherstellung der Akkommodation im Presbyopenalter sind Kunstlinsenmodelle, die bei Ziliarmuskelanspannung über Hebelwirkung der Haptikgelenke zur Verschiebung der Kunstlinsenoptik entlang der optischen Achse führen. Diese akkommodativen Linsen wie die 1CU von Humanoptics, die AT-45 von C&C Vision oder Synchrony mit dualer Optik scheinen aufgrund der zu geringen Akkommodationsbreite und zu großer Clear-Cornea-Inzision zur Zeit keine Alternative zu sein. Hier liegen die Grenzen in der anatomischen Struktur des Auges, da für eine Nahakkommodation von 3 Dioptrien eine Axialverschiebung der Linse von etwa 2,2 mm nach anterior notwendig wäre und in Publikationen höchstens eine Axialverschiebung von 0,8 mm, was eine Nahakkommodation von nur etwa 1 Dioptrie entspricht, aufgeführt wird [37,65,86].

Eine weitere Möglichkeit zur Linsenverschiebung in axialer Richtung mit Permanentmagneten befindet sich noch in der Phase von klinischen Studien. Diese Methode, bei der radiale Zonulakräfte über implantierte Permanentmagnete eine Kapselbewegung in axialer Richtung bewirken sollen, beinhaltet einige Probleme, wie der Fixierung der Permanentmagnete bei einer Kapselsackschrumpfung. Diese Implantation ist zudem mit einem erheblichen chirurgischen Aufwand unter hoher Präzision verbunden [78].

Eine andere Methode basiert darauf, den Linseninhalt durch entsprechende injizierbare Substanzen („Lens refilling“) zu ersetzen. Um die Flüssigkeit in der natürlichen Kapsel zu halten, wurden verschiedene Kapselnähte oder eine Ballonimplantation versucht. Durch ihre chemische Struktur sollen vergleichbare biomechanische Eigenschaften, ähnlich einer natürlichen akkommodationsfähigen Linse, erreicht werden [36, 68, 69 80]. Diese Methode beinhaltet jedoch mehrere Nachteile. Die Implantation setzt eine intakte Kapsel voraus, die Linsenbrechkraft ist schwer zu adjustieren, die optische Abbildungsqualität wird durch die sphärische Aberration verschlechtert und ein Nachstar kann hier nicht durch das Scharfkantenkonzept vermieden werden [4, 78].

Abschließend kann man nach Betrachtung der klinischen Untersuchung, der schriftlichen Patientenbefragung und auch der Auswertung von verschiedenen Publikationen sagen, dass mit der Implantation der Multifokallinse vom Typ Array SA 40 N eine große Patientenzufriedenheit, ein guter Fern- und Nahvisus ohne Korrektur und teilweise eine Brillenunabhängigkeit erreicht wird. Für viele Patienten kann so die Lebensqualität erhöht werden. Die Vorurteile scheinen somit nicht in jedem Fall gerechtfertigt.

Die Multifokallinsen der neueren Generation führen durch die verbesserte Optik erwartungsgemäß zu besseren Ergebnissen.

Die refraktive Acryl ReZomm Multifokallinse bietet zum Nah - und Fernvisus aufgrund der asphärischen Oberfläche gutes Sehen im mittleren Entfernungsbereich. Durch das dreiteilige Kantendesign (OptiEdge) kommt es zu einer verminderten Nachstarrate [14].

Die diffraktive Silikon Multifokallinse TECNIS ZM001 hat durch asphärische Vorderfläche eine verringerte Aberration zur Folge und soll dadurch die bisherigen Nachteile wie Kontrastsehschwäche und vermehrte Blendung teilweise kompensieren.

Die diffraktive Acryl Arysof ReStor Multifokallinse erreicht bessere Kontrast- und Tiefensehschärfe durch Apodisierung. Ein Blaulichtfilter soll die Netzhaut schützen. Die Arysof ReStor und TECNIS Multifokallinse sind aufgrund des diffraktiven Prinzips von der Pupillenweite unabhängig.

6. Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es vor allem herauszufinden, ob die refraktive faltbare Multifokallinse vom Typ ARRAY SA 40 N die Erwartungen von Patienten und Ophthalmologen, wie Sehen in der Nähe und Ferne bei weitgehender Brillenunabhängigkeit, erfüllt. Zugleich sollte überprüft werden, inwieweit Vorurteile bedingt durch die Qualität früherer Multifokallinsen-Generationen, wie beispielsweise eine postoperativ vermehrte Blendempfindlichkeit und Wahrnehmung optischer Phänomene, gerechtfertigt sind. Als Vergleichsgruppe wurden dazu Patienten mit Monofokallinsen vom Typ Allergan SI 40 NB herangezogen. Es handelt sich bei beiden Modellen um faltbare intraokulare Hinterkammerlinsen aus hoch brechendem Silikonmaterial mit PMMA-Haptik, einem Gesamtdurchmesser von 13 mm und einem optischen Durchmesser von 6 mm. Die Multifokallinsen vom Typ ARRAY SA 40 N sind refraktive Silikon-Multifokallinsen. Sie zeichnen sich durch eine asphärische wellenförmige Oberfläche des optischen Teils aus.

Die Gewinnung der Patientendaten erfolgte zunächst aus dem Operationsregister der Augenklinik Berlin-Marzahn des Zeitraums von 1997 - 2001. Die Daten der Krankenakten wurden in einem Erfassungsbogen notiert und mit Antworten der Fragebögen in einer Datenbank verschlüsselt. In dem Fragebogen wurde das postoperative Brillentrageverhalten, Lichtsensationen, Blendempfindlichkeit sowie subjektive Patientenzufriedenheit erfasst.

Von den konsekutiv ausgewählten Patienten erhielten 34 Patienten bilateral und 45 Patienten unilateral eine Multifokallinse, 56 Patienten eine Monofokallinse.

Die Nachkontrolle und Nachbehandlung erfolgte im Allgemeinen bei den niedergelassenen Augenärzten. Eine erste spätere Nachuntersuchung der Klinik fand im Zusammenhang mit der Implantation der Kunstlinse am Partnerauge im Durchschnitt 7,2 Monate nach der Erstimplantation statt, eine weitere bei 10 Patienten (17 Augen) nach 4,14 Jahren.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass sich der Visus nach Implantation der Multifokallinse Array SA 40N bei nahezu allen Patienten verbessert hat. Bei den Multifokallinsenpatienten erreichten 66,07% am ersten postoperativen Tag eine Nahsehschärfe von Nieden 1 und 58,7% eine Sehschärfe von mindestens 1,0 in der Ferne ohne zusätzliche Korrektur. Die Implantation dieser Multifokallinse führte zu einem guten postoperativen unkorrigierten Fernvisus vergleichbar mit dem von

Monofokallinsen. Im Nahbereich wurden, wie die Untersuchung zeigt, erwartungsgemäß bessere Ergebnisse erreicht.

Die Patientenbefragung hat ergeben, dass die Mehrzahl der Patienten mit dem Operationsergebnis zufrieden ist. Es treten zwar postoperativ Lichtsensationen auf, die jedoch von den meisten Patienten als wenig störend empfunden werden.

Die Wahrnehmung optischer Phänomene hängt von der Zielrefraktion, dem Astigmatismus, dem IOL- Design, der Pupillenweite und dem Patientenalter ab.

Die postoperative Zunahme der Blendempfindlichkeit sowie die Wahrnehmung optischer Nebeneffekte sind für den Patienten bei entsprechender Aufklärung vernachlässigbar und somit zeigt sich, dass die Vorurteile gegenüber der Multifokallinse vom Typ ARRAY SA 40 N im Gegensatz zu den Multifokallinsen früherer Generation nicht gerechtfertigt sind.

Die hier verwendete multifokale Intraokularlinse steigert die Qualität der visuellen Rehabilitation der Patienten nach Kataraktextraktion, indem sie die Notwendigkeit einer zusätzlichen Brillenkorrektur vermindert. Durch die Verwendung von faltbaren Intraokularlinsen und damit der Kleinschnitttechnik ist der postoperative Astigmatismus vernachlässigbar. Die Vorteile der Multifokallinsen werden, wie unsere Untersuchung belegt, für viele Patienten besonders nach bilateraler Implantation spürbar.

Die Mehrzahl der Multifokallinsenträger benutzen vor allem bei längerer Naharbeit oder Lesen postoperativ Brillen. Die Fernzonen der ARRAY SA 40 N können durch eine Lesebrille für die Nähe genutzt werden; was insbesondere bei längerem Lesen als angenehm empfunden wird.

Auch mehr als vier Jahre nach Implantation der Multifokallinse hat die Mehrzahl der Patienten einen guten Fern- und auch Nahvisus ohne Korrektur. Sie kommen weitgehend ohne Brille aus, haben eine gute Kontrastempfindlichkeit und fühlen sich weder durch vermehrte Blendung noch durch optische Phänomene stark beeinträchtigt.

Unsere Fallvorstellung und auch andere Publikationen zeigen, dass die Implantation von Multifokallinsen auch bei jüngeren Patienten, insbesondere Kindern, möglich ist. Die sorgfältige präoperative Patientenselektion sowie eine ausführliche Patientenaufklärung, auch seitens der einweisenden und weiterbehandelnden Augenärzte, sind unerlässlich für ein gutes Ergebnis. Der Patient sollte wissen, dass trotz eines idealen biometrischen Ziels ein gänzlicher Verzicht auf eine Brille nicht

immer erreicht werden kann. Es sollte auch vom Patienten aus ein gewisses Maß an Toleranz gegenüber den bekannten, postoperativ auftretenden Blendphänomenen und Halos sowie der verminderten Kontrastwahrnehmung aufgebracht werden. Überaus kritischen Patienten sollte unter Umständen von Multifokallinsen abgeraten werden.

Um eine korrekte optische Wirkung der Linse erreichen zu können, ist vom Operateur eine symmetrische Kapselsackfixation unerlässlich. Zudem sind möglichst geringer Astigmatismus und postoperative Emmetropie anzustreben, was durch die Verwendung faltbarer MIOL und eine exakte Biometrie erreicht wird. Dabei hat sich der Einsatz des IOL-Masters sehr bewährt.

Die hier von uns verwendete faltbare Multifokallinse ARRAY SA 40N besitzt mehrere Brennweiten und verschafft durch den fließenden Übergang von 5 refraktiven Zonen scharfes Sehen in unterschiedlicher Entfernung. Zum Zeitpunkt der Befunderhebung war sie die einzige Multifokallinse mit FDA-Zulassung.

Weitere operative Verfahren zur Korrektur der Presbyopie, die sich zum Teil noch im experimentellen Stadium befinden, sind akkommodierende Intraokularlinsen, magnetisch verschiebbare Intraokularlinsen oder der Ersatz der getrübten Linse durch „Lens refilling“. Die so genannten akkommodativen Linsen sind aufgrund der zu geringen Akkommodationsbreite jedoch derzeit keine wirkliche Alternative zur Multifokallinse. Die Methode des „Lens refilling“ ist durch die ungenaue Vorausberechnung der Linsengröße, der Krümmungsradien und der Brechkraft noch unausgereift.

Die Summe unserer Ergebnisse und die Literaturrecherche zeigen, dass unter strenger Berücksichtigung der Auswahlkriterien die von uns verwendete Multifokallinse eine gute Alternative zur Monofokallinse ist, die zur Verbesserung der Lebensqualität beiträgt.

Die neuste Generation von Multifokallinsen scheint durch die zusätzliche asphärische Oberfläche, dem verstärkten Nahteil von + 4,0 Dioptrien, die Pupillenweitenunabhängigkeit, der scharfen Optikkante, Blaulichtfilter sowie Apodisierung die bekannten Nachteile in einem bestimmten Maße zu kompensieren.

7. Verzeichnis der benutzten Abkürzungen

AMD	Altersbedingte Makuladegeneration
AMO	Allergan Medical Optics
DOG	Deutsche ophthalmologische Gesellschaft
Dpt	Dioptrien
FDA	Food and Drug Administration
GK	Glaskörper
HH	Hornhaut
HKL	Hinterkammerlinse
IOL	Intraokularlinse
LASIK	Laser in situ keratomileusis
MIOL	Multifokale Intraokularlinse
NH-Lako	Netzhaut-Laserkoagulation
PMMA	Polymethylmethacrylat
Sd	Standartabweichung
UGH-Syndrom	Uveitis-Glaucoma-Hyphaema Syndrom
VAV	Venenastverschluss
VECP	Visuell evozierte kortikale Potentiale
Z.n.	Zustand nach
ZVV	Zentralvenenverschluss

8. Literatur

- [1] Amir A. Pirouzian, Multifocal IOL Implantation in Children: Novel Approach to Reduce Postoperative Dependence on Bifocal Glasses ASCRS (American Society of Cataract and Refractive Surgery) Meeting, 2006 Number:73586
- [2] Arnold PN, Photoc phenomena after phacoemulsification and posterior chamber lens implantation of various optic sizes. Journal of cataract and refractive surgery 1994: Jul 20(4):446-50
- [3] Auffarth et al. Erste Erfahrungen mit einer akkommodativen IOL 18. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie,2004 S 285-288
- [4] Auffarth GU, Akkommodative Intraokularlinsen: Möglichkeiten und Grenzen 17. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie. 2003 127-131
- [5] Auffarth GU, Dick HB, Blendempfindlichkeit, optische und photische Phänomene bei Pseudophakie. 14.Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie 2000 142-145
- [6] Auffarth GU, Dick HB, Multifokale Intraokularlinsen Eine Übersicht Der Ophthalmologe 2001; 98: 127-137
- [7] Augustin A J. Vergleich zwischen Blockern und Filtern notwendig Ophthalmologische Nachrichten der 104. Tagung der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft 2006 S.14-15
- [8] Augustin AJ, Dick HB, Vitreoretinal Surgery in Eys with Multifocal Lenses. Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery. San Diego convention center 2001; 750
- [9] Avitable T, Marano F, Multifocal intra-ocular lenses. Current Opinion in Ophthalmology 2001; 121; 12-16;
- [10] Bach BB, Der operativ induzierte Hornhautastigmatismus in der „ NO-STICH“ Kataraktchirurgie. Dissertationsschrift, Medizinische Fakultät der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main 1995; 11-13
- [11] Berke A, Operative Verfahren zur Korrektur der Presbyopie, Optometrie, 1/2002; 21
- [12] Breitkopf J, Eisenmann D, Jacobi FK, Kontrastvisus und Kontrastempfindlichkeit nach binokularer Implantation multifokaler oder monofokaler Intraokularlinsen. Der Ophthalmologe 1997; 94:519-522

- [13] Brydon KW, Tokarewitz AC, Nichols BD, AMO array multifocal lens versus monofocal correction in cataract surgery. Journal of cataract and refractive surgery; 2000; 26; 1; 96-100
- [14] Data on file, ReZoom, Advanced Medical Optic, Informationsblatt, 2006
- [15] Dick B, Eisenmann D, Fabian E, Schwenn O, Refraktive Kataraktchirurgie mit Multifokalen Intraokularlinsen 1999
- [16] Dick HB, Krist R, Schwenn O, Pfeiffer N, Nahvisus nach Implantation monofokaler versus multifokaler Intraokularlinsen. Klinische Monatsblätter Augenheilkunde 2001; 218; 406-411
- [17] Dick HB, Schwenn O, Krummenauer F, Weidler S, Pfeiffer N. Refraktion, Vorderkammertiefe, Dezentrierung und Tilt nach Implantation monofokaler und multifokaler Silikonlinsen. Der Ophthalmologe 2001; 98; 380-386
- [18] Eckhardt B. Grolmus R. Zapke R. et al. Prospektive Studie zur Lesefähigkeit verschiedener multifokaler-IOL 18. Kongress der Deutschen Ophthalmochirurgen 2005 S. 76
- [19] Eisenmann D Jacobi KW. Die ARRAY-Multifokallinse Funktionsprinzip und klinische Ergebnisse , Klinische Monatsblätter Augenheilkunde 1993; 203(3): 189-94
- [20] Eisenmann D, Jacobi FK, Dick B, Jacobi KW, (1996) Die „Array“-Silikon-Multifokallinse: Erfahrungen nach 150 Implantationen. Klinische Monatsblätter Augenheilkunde; 208; 270-272
- [21] Fabri PP ,Akaishi L. Combining IOLs for Spectacle independence ASCRS (American Society of Cataract and Refractive Surgery) Meeting 2006
- [22] Featherstone KA, Bloomfield JR, Lang AJ, et al. Driving simulation Study: bilateral Array multifocal versus bilateral AMO monofocal intraocular lenses. Journal of cataract and refractive surgery 1999; 25; 9; 1254-62
- [23] Fine H. Refraktive lens exchange with multifocal IOLs safe and easy to perform, Eye World 2003; 03; 17
- [24] Freudenthaler N, Arens B, Quentin CD, Kontrastschwellenmessung bei Patienten mit beidseitigen monofokalen und Array-multifokalen Intraokularlinsen. 10. Kongreß der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie 1996; 9-13
- [25] Gaiba, G. Array Versus Multifocal IOLs with New Profile and Material Re-Zoom ASCRS (American Society of Cataract and Refractive Surgery) Meeting, 2005 Number 38364

- [26] Gerl R, Schmickler S, Refraktive versus diffraktive Multifokallinse im Arbeitsalltag. 12. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie 1998; 723-729
- [27] Gernet H. Multifokal-Kapselsack-HK-IOL-Implantation. Individuelle Bio-Anatomie und IOL-Stärkenformeln. 14. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie 2000: 414-419
- [28] Gerste R.D. Die IOL, die die Fahrtauglichkeit nachweislich erhöht Ophthalmochirurgie-Sonderveröffentlichung 2/2005
- [29] Gerstmeyer K. Lehl S. Kataraktoperation mit Multifokallinsen (AMO Array SA 40N) als Anti-Aging-Maßname? 16. Kongress der Ophthalmochirurgen 2003; 109
- [30] Gronemeyer A, Häring G, Schmidt FU, Binokularesehen und Aniseikonie nach Bilateraler Implantation refraktiver multifokaler Intraokularlinsen. 11. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 1997; 94-99
- [31] Gross S, Dick HB, Pfeiffer N, Erweiterter Indikationsbereich für die multifokale Intraokularlinse (MIOL) Array: Erste Ergebnisse. Der Ophthalmologe (2000); 1-2000: 126
- [32] Gross S, Dick HB, Schwenn O, Pfeiffer N, Clear Lens Extraktion und Implantation einer multifokalen Hinterkammerlinse: Erste Ergebnisse. 14. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie 2000; 423-428
- [33] Gross S, Dressler N, Krummenauer F, Dick HB, Einfluss des Multifokallinsen Designs auf die funktionellen Ergebnisse. Der Ophthalmologe 2001; 1-2001 S 49
- [34] Gross S, Schwenn O, Haigis W, Dick B, Abweichung der Zielrefraktion nach Multifokallinsenimplantation: IOL-Master versus Ultraschallbiometrie 15. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie 2001; 461-465
- [35] Grosskopf U, Eisenmann D, Eingeschränkte Nachtfahrtauglichkeit bei mono- und multifokaler Pseudophakie. 10. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 1996; 20-24
- [36] Guthoff R, Scheider H, Kichhoff A, et al. Die Wiederherstellung der Akkommodation im Presbyopenalter- Grenzen und Möglichkeiten. 15. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2001; 143
- [37] Guthoff R, Scheider H, Stachs O, Theoretische Konzepte und Erfahrungen mit so genannten akkommodativen Kunstlinsen 18. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2004; 245

- [38] Häberle H, Walkow T, Anders N, et al. Klinische Analyse von Ursachen für die Explantation von Multifokallinsen. 11. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 1997; 100-105
- [39] Häring G, Dick B, Krummenauer F, Weissmantel U, Krönke W, Subjective photic phenomena with refractive multifocal and monofocal intraocular lenses. Results of a multicenter questionnaire. Journal of Cataract and refractive Surgery 2001; 27; 2; 245-9
- [40] Häring G, Winter M, Behrendt S, Effect of folding on the multifocal intraocular lens: scanning electron microscopic study. Journal of cataract and refractive surgery 1999; 25; 11; 1505-9
- [41] Hayashi K; Hayashi H; Nakao F; Hayashi F Influence of astigmatism on multifocal and monofocal intraocular lenses. AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY 2000; 130; 4; 477-82;
- [42] Herstellerangaben, Informationsblatt S.7 AMO Array Pham Allergan GmbH
- [43] Hessemer V, Eisenmann D, Jacobi KW, Multifokale Intraokularlinsen – Eine Bestandsaufnahme. Klinische Monatsblätter Augenheilkunde 1993; 203; 19-33
- [44] Hettlich Hj, Al-Sarrage H. klinische Erfahrungen mit der ReZoom-Multifokallinse, Klinische monatsblätter Augenheilkunde 2006; 223: Suppl 1, S1-26
- [45] Huetz W. W. Prospective Clinical Study Comparing 3 Multifocal IOLs, ASCRS (American Society of Cataract and Refractive Surgery) Meeting 2006 Number:74973
- [46] Hunold, U. Mester Wesendahl Th. Kaymak H. vergleichende Untersuchung des Sehvermögens mit der diffraktiven Multifokallinse ZM001 und der refraktiven Multifokallinse SA 40 N (Array) unter photopischen und mesopischen Bedingungen. 18. Kongress der Deutschen Ophthalmochirurgen 2005 S.75
- [47] Jacobi F.K. Multifokale Intraokularlinsen. Der Ophthalmologe 2001; 1-2001: S 73
- [48] Jacobi PC, Dietlein TS, Konen W, Multifocal intraocular lens implantation in pediatric cataract surgery. Ophthalmology 2001; 108 ;8 ; 1375-80
- [49] Jacobi PC, Dietlein TS, Konen W, Multifokallinsen-Implantation zur Presbyopiekorrektur bei jungen Patienten mit einseitiger Katarakt, Klinische Monatsblätter Augenheilkunde 2002; 40 V
- [50] Jacobi PC, Konen W, Effect of age and astigmatism on the AMO Array multifocal intraocular lens. Journal of cataract and refractive surgery 1995; 21; 556-561
- [51] Javitt J, Brauweiler HP, Jacobi KW, et al. Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation: clinical, functional, and quality-of-life-outcomes.

Multicenter clinical trial in Germany and Austria. Journal of cataract and refractive surgery, 2000; 26;9;1356-66

[52] Javitt JC, Wang F, Trentacost DJ , Rowe M, Outcomes of cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation. Ophthalmology 1997; 104; 589-599

[53] Kamath GG, Prasad S, Danson A, Philips RP, Visual outcome with the array intraocular lens in patients with concurrent eye disease. Journal of cataract and refractive surgery 2000; 26; 4; 578-81

[54] Kölli H.J.M.W. Schwarz T. Ergebnisse bei einseitiger multifokaler Pseudophakie bei jungen Patienten. Der Ophthalmologe 2000; 1-2000: 127

[55] Klemen UM, Der Einfluss von Hornhautastigmatismus und Refraktion auf die postoperative Funktion von Multifokallinsen Typ Array. 14.Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2000; 410-413

[56] Kohnen T, Kataraktchirurgie: Derzeitiger Stand der Techniken und Implantate Z. prakt. Augenheilkunde 1999; 20: 368-378

[57] Kohnen S, Ferrer A, Wehler T, Brauweihler P, Ergebnisse nach bilateraler Implantation faltbarer Multifokallinsen neuester Generation. 11. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 1997; 81-87

[58] Krist R, Dick HB, Schwenn O, Pfeiffer N, Nahvisus nach Implantation monofokaler Intraokularlinsen mit Myoper Zielrefraktion versus multifokaler Intraokularlinsen. 14.Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen - Implantation und refraktive Chirurgie, 2000, 435-444

[59] Lang GK. Augenheilkunde, Georg Thieme Verlag 1998; 193

[60] Lange W, Motz S, Binokularprobleme nach Katarakt-Chirurgie. 14.Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2000; S 184-185

[61] Limberger Il-Joo. SA40N and ReZoom Multifocal IOL: Comparison, ASCRS (American Society of Cataract and Refractive Surgery) Meeting, 2006 Number:75192

[62] Mamalis N, Spencer TS, Complications of foldable intraocular lenses requiring explantation or secondary intervention –2000 survey update. Journal of Cataract and refractive Surgery 2001; 27; 8; 1310-7

[63] Menapace R. Wien Silikonlinsen – Linsenmaterial mit neuer Zukunft? 2005 18. Kongress der Deutschen Ophthalmochirurgen; 74

[64] Mester U, Gelingt der neuen Generation von Multifokallinsen der Durchbruch, Ophthalmologische Nachrichten, Sonderdruck, 2004; 1-2

[65] Mester U. *Akkomodative IOLs – wirken sie, und wie? 18.Kongress der Ophthalmochirurgen 2005; 27*

[66] Mester U. Dillinger P. Anterist N. et al Funktionelle Ergebnisse nach Implantation multifokaler Intraokularlinsen (MIOL). Array SA40 versus AcriTwin der Ophthalmologe 200 S 1051-1056

[67] Nishi O, Nachstar-Prävention und Wiederherstellung der Akkommodation – Eine neue Lens refilling Prozedur 19. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2005; 247-250

[68] Nishi O, Nishi K, Accommodation amplitude after lens refilling with injectable silicone by sealing the capsule with a plug in primates. Ophthalmology 1998; 116: 1358-13

[69] Nishi O. Hara T. Sakka Y. et al. Refilling the lens with a inflatable endocapsular ballon: surgical procedure in animal eyes. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 1992;230(1):47-55

[70] Novak J, Novakova D, Kvasnicka J, Kataraktoperation bei 90-Jährigen. 14.Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2000; 67-70

[71] Nuijts R. M. Clinical Outcomes and Patient Satisfaction after Cataract Surgery with the Array and AcrySof ReSTOR Multifocal IOLs, ASCRS (American Society of Cataract and Refractive Surgery) Meeting 2005 Number: 38849

[72] Paliaga G.P. Die Bestimmung der Sehschärfe 1993 S. 126-132

[73] Pearce JI., Multifocal intraocular lenses, Current Opinion in Ophthalmology 1996; 7; 1 :1: 2-10

[74] Pieh S; Lackner B; Hanselmayer G, et al. Halo size under distance and near conditions in refractive multifocal intraocular lenses. BRITISH JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY, 2001; 85; 7; 816-21;

[75] Pieh S, Marvan P, Hanselmayer G, et al. Halos bei diffraktiven intraokularen Multifokallinsen im physikalischen Versuch. 14. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, Luzern, Biermann Verlag, 2000; 445

[76] Pieh S. Schmidinger G. Geitzenauer W. Etal , Vergleich von zwei diffraktiven Multifokallinsen. Klinische Monatsblätter Augenheilkunde 2005; 222: Suppl 1

- [77] Pieh S, Weghaupt H, Skorpik C, Contrast sensitivity and glare disability with diffractive and refractive multifocal intraocular lenses. Journal of cataract and refractive surgery, 1998; 24; 5; 659-62
- [78] Preußner P.-R, Akkommodatives Linsenimplantat 16. Kongress der Deutschen Ophthalmochirurgen, Diomed, 2003; 177-180
- [79] Preußner P.-R. Die Zielrefraktion erreichen wo sind die Grenzen? 18. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2004; 171-179
- [80] Preußner P.-R. Wahl J, Gerl R, Kreiner C, Serester A, Akkommodatives Linsenimplantat. Der Ophthalmologe Springer-Verlag 2001; 98: 97-102
- [81] Produktinformation der Firma Alcon Pharma GmbH 2006
- [82] Reddy A. R., RECS, Milind Pande, FRCO, FRCS Is Preoperative High Corneal Astigmatism a Contraindication to Multifokal IOL Implantation? Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery. San Diego convention center; 2001; 236
- [83] Schmidinger G., Pieh S., Italon C. et al. Halogröße und Halointensität über den Fern- und Nahfokus bei diffraktiver und refraktiver intraokularer Multifokallinsen, klinische Monatsblätter Augenheilkunde 2002; 4. Wissenschaftliche Sitzung Multifokale Intraokularlinsen
- [84] Schmitz S, Dick HB, Krummenauer F, et al. Contrast sensitivity and glare disability by halogen light after monofocal and multifocal lens implantation. British Journal of ophthalmology; 2000; 84; 10; 1109-12;
- [85] Schmitz S, Dick HB, Krummenauer F, et al. Kontrastempfindlichkeit ohne und mit Blendung durch Halogenlicht nach Mono- versus Multifokallinsenimplantation. 13. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 1999; 151-156
- [86] Schneider H., Stachs O., Guthoff R. Neues von der akkommodativen Linse 16. Kongress der Ophthalmochirurgen 2003; 185
- [87] Schneider K, Steinbach PD, Multifokallinse – oder nein? 14. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2000; 410-413
- [88] Steinert RF, Aker BL, Trentacost DJ, et al. A prospective comparative study of the AMO ARRAY Zonal-progressive Multifocal Silicone Intraocular Lens and a Monofocal Intraocular Lens. Ophthalmology; 1999; 106; 7; 1243-1255
- [89] Steinert RF, Post CT, Brint SF, et al. A prospective randomized, double-masked comparison of a zonal - progressive multifocal intraocular lens. Ophthalmology; 1992; 99; 853-861

[90] Vaquero - Ruano M, Encinas JL, et al. AMO array multifocal versus monofocal intraocular lenses: Long-term follow-up. Journal of cataract and refractive surgery; 1998; 24; 1;118-23

[91] Velhagen K. Der Augenarzt. 1983; 7 281-298

[92] Vörösmarthy D. Historischer Überblick zum heutigen Stand der Linsenimplantation 15. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokullinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 2001; 103-105

[93] Wagner R, Eisenmann D, Dick B, Jacobi KW, Einfluss des Hornhautastigmatismus auf die Kontrastempfindlichkeit bei mono- und multifokaler Pseudophakie – eine theoretische Studie am physikalischen Auge. 10. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 1996; 14-19

[94] Walkow T, Liekfeld A, Anders N, Hartmann C, Funktionelle Ergebnisse nach bilateraler Implantation von Multifokallinsen – diffraktives versus refraktives Design. 13. Kongress der Deutschsprachigen Gesellschaft für Intraokularlinsen-Implantation und refraktive Chirurgie, 1999; 141-150

[95] Waltz, Kevin L. Comparison of Long-Term Array IOL and Short-Term ReZoom IOL Outcomes in Cataract and Refractive Patients, ASCRS (American Society of Cataract and Refractive Surgery) Meeting, 2006 Number 75419

[96] Yang HC. Chung SK. Beak NH, Decentration, tilt and near vision of the array multifocal intraocular lens. Journal of cataract and refractive surgery; 2000; 26; 4; 586-9

[97] Zimm M, Multifocal IOL's after Cataract Surgery – Implantation of Array and MF 4 lenses. Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery. San Diego convention center; 2001; 756

[98] Zirm M, Dimitriadou W, Zirm A. Problematik von Biometrie und Tausch multifokaler Linsen 16.Kongress der Ophthalmochirurgen 2003; 118

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Dissertation

Beginn der Dissertation im Februar 2002 in der Augenklinik Berlin – Marzahn.

Publikationen

Schich C., Dietze U. Patientenzufriedenheit nach Multifokallinsenimplantation 2002
Ophthalmochirurgie S. 49

Schich C., Dietze U. Auswahl und Motivation der Patienten entscheidend
Ophthalmologische Nachrichten 08/2003 S. 14

Vortrag

Prä- und postoperativer Visus von Multifokallinsenpatienten

Tagung der Berlin-Brandenburgischen Gesellschaft 30.11. - 01.12.2002 in Berlin

Danksagung

Zum Schluß der Arbeit möchte ich Herrn Doz. Dr. med. habil. U. Dietze für die Überlassung des Dissertationsthemas und für die Unterstützung bei der Durchführung der Arbeit danken.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Prof. Leuter und Frau Lirow von der Universität Potsdam für die Beratung und Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Zu guter Letzt danke ich meiner Familie für die allgemeine Unterstützung bei der Durchführung und Fertigstellung der Arbeit.

Erklärung

„Ich, Christian Schich, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: Implantation von Multifokallinsen in der Augenklinik Berlin - Marzahn selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin

Christian Schich
Verdener Gasse 11
13055 Berlin

Charité – Campus Benjamin Franklin
Promotionskommission
Hindenburgdamm 30
12203 Berlin

Berlin, den

Erklärung

Ich, Christian Schich, erkläre hiermit, dass ich die „Grundsätze der Medizinischen Fakultät der Charité zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ zur Kenntnis genommen habe.