

Aus dem Universitätsklinikum Münster
Augenklinik des St. Johannes-Hospitals Dortmund
Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. J. Kammann

**Einfluss der Phakoemulsifikation mit Implantation einer
Hinterkammerlinse auf das postoperative Druck- und
Therapieverhalten an Glaukomaugen mit gleichzeitig
bestehender Katarakt**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des doctor medicinae

der medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Daniel Krause

aus Berlin
2009

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Westfälischen Wilhelms - Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. W. Schmitz

1. Berichterstatter: Univ.- Prof. Dr. med. H. Busse

2. Berichterstatter: Univ.- Prof. Dr. med. J. Kammann

Tag der mündlichen Prüfung: 29.06.2009

Aus der Augenklinik des St.-Johannes-Hospitals
– Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. J. Kammann –

Referent: Univ.- Prof. Dr. med. H. Busse
Koreferent: Univ.- Prof. Dr. med. J. Kammann

Zusammenfassung

Einfluss der Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse auf das postoperative Druck- und Therapieverhalten an Glaukomaugen mit gleichzeitig bestehender Katarakt

Daniel Krause

Es ist bekannt, dass der intraokulare Druck ein wesentlicher pathogenetischer Faktor bei der Entstehung des Glaukomschadens ist. Da dieser Druck nicht immer ausreichend medikamentös zu senken ist, wurden zahlreiche operative Eingriffe entwickelt. Obwohl man noch vor wenigen Jahren der Meinung war, dass es sinnvoll sei, bei einer notwendigen Kataraktoperation diese zeitgleich mit einer fistulierenden Operation zu kombinieren, zeigt das Ergebnis dieser Arbeit, dass dies nur bei wenigen Glaukomarten überhaupt sinnvoll zu sein scheint.

Augen, die nur einer Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse unterzogen werden müssen, werden intraoperativ weniger traumatisiert und weisen weniger postoperative Komplikationen auf.

Aufgrund der Ergebnisse sollten Engwinkelglaukome mit einer fortgeschrittenen Katarakt primär nur einer Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse unterzogen werden. Der drucksenkende Effekt ist in den meisten Fällen auch ohne antiglaukomatöse Tropftherapie dauerhaft und ausreichend.

Bei primären Offenwinkelglaukomen sollten bei gleichzeitigem Vorliegen einer Linsentrübung zunächst nur eine Kataraktoperation durchgeführt werden. Bei weit fortgeschrittenen Papillen- und Gesichtsfeldschäden, wie sie in unserer Studie besonders häufig beim Offenwinkelglaukom und beim Low-Tension-Glaukom vorkamen, ist eine alleinige Phakoemulsifikation durchaus empfehlenswert. Allerdings käme bei diesen Augen auch eine kombinierte Operation in Betracht, da oft der individuelle Zieldruck zur Stabilisierung des Glaukoms nicht dauerhaft erreicht werden konnte.

Urban et al. waren ebenfalls der Meinung, dass bei gut eingestellten Glaukomen die alleinige Kataraktoperation durchgeführt werden sollte [105].

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass durch die Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse der intraokulare Druck deutlich gesenkt und auch die postoperative antiglaukomatöse Therapie bei den verschiedenen Glaukomformen reduziert und zum Teil abgesetzt werden konnte. Am deutlichsten waren diese therapeutischen Effekte beim Engwinkelglaukom. Aber auch beim primären Offenwinkelglaukom, dem Pseudoexfoliationsglaukom und selbst beim Low-Tension-Glaukom war die postoperative Drucksenkung statistisch signifikant. Diese Arbeit konnte nachweisen, dass man durch die alleinige Extraktion der getrübten Linse meistens eine für den Glaukompatienten ausreichende Drucksenkung erzielen kann. Sollten allerdings schon starke Glaukomschäden präoperativ bestehen, ist es empfehlenswert, im Falle einer Therapiepause, engmaschige Überwachung des postoperativen Druckverhaltens durchzuführen. Alternativ könnte gerade bei diesen stark geschädigten Augen die bestehende antiglaukomatöse Therapie beibehalten und erst bei postoperativen Werten unterhalb des individuellen Zieldruckes schrittweise reduziert werden.

Tag der mündlichen Prüfung: 29.06.2009

Meinen lieben Eltern für deren Unterstützung und Verständnis

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Zielsetzung der Arbeit	1
2.	Die okuläre Hypertension und das Glaukom	2
2.1	Die okuläre Hypertension	2
2.2	Das Glaukom und seine soziale Bedeutung	3
2.3	Einteilung der Glaukomformen	3
2.3.1	Die primären Glaukome	4
2.3.1.1	Das Normaldruckglaukom	4
2.3.1.2	Das primäre Offenwinkelglaukom	5
2.3.1.3	Das Engwinkelglaukom	5
2.3.2	Das Sekundärglaukom	6
2.3.2.1	Das Pseudoexfoliationsglaukom	6
2.3.2.2	Weitere Sekundärglaukome	7
2.4	Diagnostikverfahren des Glaukoms	7
2.4.1	Tonometrie	7
2.4.2	Pachymetrie	8
2.4.3	Gonioskopie	8
2.4.4	Perimetrie	9
2.4.5	Zusatzverfahren zur Glaukomdiagnostik	10
2.5	Therapie des Glaukoms	10
2.5.1	Medikamentöse Therapie	11
2.5.2	Operative Therapie	11
2.5.2.1	Perforierende Operationstechnik	12
2.5.2.2	Nicht perforierende Operationstechnik	12
2.5.2.3	Laserchirurgie	13

3.	Die Katarakt	15
3.1	Definition und Grundlagen	15
3.2	Epidemiologie	15
3.3	Klassifikation der Katarakt	16
3.3.1	Einteilung nach dem zeitlichen Auftreten	16
3.3.2	Einteilung nach dem Ausmaß	17
3.3.3	Einteilung nach den Ursachen	18
3.4	Therapie der Katarakt	18
3.4.1	Die intrakapsuläre Kataraktextraktion	19
3.4.2	Die extrakapsuläre Kataraktextraktion	19
3.4.2.1	Die extrakapsuläre Kataraktextraktion mit Expression des Linsenkerns	19
3.4.2.2	Die Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse	20
3.4.3	Korrekturmöglichkeiten der Aphakie	22
3.4.3.1	Ausgleich durch die Brille	22
3.4.3.2	Ausgleich durch die Kontaktlinse	22
3.4.3.3	Ausgleich durch Intraokularlinsen	22
4.	Eigene Untersuchungen	23
5.	Patienten und Methoden	24
5.1	Untersuchte Patienten	25
5.1.1	Anzahl der untersuchten Glaukomaugen bei verschiedenen Glaukomformen	25
5.1.2	Altersverteilung der Patienten mit verschiedenen Glaukomformen	26
5.1.3	Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten bei verschiedenen Glaukomformen	28
5.1.4	Verteilung der untersuchten Patienten (Augen) nach dem Operationsort	29
5.1.5	Ausschlusskriterien	30
5.1.6	Berechnung des durchschnittlichen Druckniveaus	31

5.1.7	Untersuchter Zeitraum	31
6.	Ergebnisse	32
6.1	Ergebnisse beim Normaldruckglaukom	32
6.1.1	Postoperatives Therapieverhalten	32
6.1.2	Postoperatives Druckverhalten	35
6.2	Ergebnisse beim primären Offenwinkelglaukom	36
6.2.1	Postoperatives Therapieverhalten	36
6.2.2	Postoperatives Druckverhalten	37
6.3	Ergebnisse beim Engwinkelglaukom	38
6.3.1	Postoperatives Therapieverhalten	38
6.3.2	Postoperatives Druckverhalten	41
6.4	Ergebnisse beim Pseudoexfoliationsglaukom	41
6.4.1	Postoperatives Therapieverhalten	41
6.4.2	Postoperatives Druckverhalten	43
7.	Diskussion	45
8.	Zusammenfassung	50
9.	Quellenverzeichnis (alphabetisch)	52

Danksagung

Lebenslauf

Eidesstattliche Erklärung

Anhang

I

1. Einleitung und Zielsetzung der Arbeit

In einem Bericht der Weltgesundheitsorganisation (WHO) aus dem Jahre 2002 nimmt die Katarakt den ersten und das Glaukom den zweiten Platz in der Statistik der weltweit häufigsten Erblindungsursachen ein [109]. Die Prävalenz des Glaukoms liegt auf der gesamten Welt bei ca. 67 Millionen. Allein in Deutschland sind etwa 800.000 Menschen von dieser Krankheit betroffen [104]. Die Wahrscheinlichkeit an einem Glaukom zu erkranken steigt mit zunehmendem Lebensalter. So liegt die 5-Jahres-Inzidenz eines 40 jährigen Menschen an einem primären Offenwinkelglaukom zu erkranken noch bei 0,07 %, steigt aber auf 6,9 % bei einem 80 jährigen an [48]. Mit zunehmender Lebenserwartung bei Geburt wird weltweit die Anzahl der älteren Bevölkerung zunehmen. Somit erreichen immer mehr Patienten ein Alter, in dem sowohl die Katarakta senilis progressa als auch das Glaukom gehäuft vorkommen [24]. Allein in Deutschland wurden im Jahr 2007 ca. 800.000 Kataraktoperationen durchgeführt [107]. Im Vergleich dazu lag die Anzahl im Jahr 2004 noch bei 479.879 Eingriffen, der Anteil der Bulbus eröffnenden Glaukomoperationen war mit 11.491 eher gering. Bei diesen Glaukomoperationen wurde eine Trabekulektomie in 65 %, eine Trabekulotomie in 25 % und eine tiefe Sklerotomie in 19 % der Fälle als Operationsmethode der Wahl durchgeführt [78]. Bei gleichzeitigem Vorliegen von Grünem Star und Grauem Altersstar stehen dem Augenarzt unterschiedliche operative Möglichkeiten, sowohl in der Wahl des Operationsverfahrens als auch in der zeitlichen Abfolge, zur Verfügung. In zahlreichen Studien wurden die Vor- und Nachteile der kombinierten Katarakt- und Glaukomoperation, der primären Glaukomoperation mit anschließender Kataraktoperation sowie der primären Kataraktoperation mit einer bzw. ohne eine nachfolgende Glaukomoperation untersucht [16] [47] [49] [66] [72] [75] [88] [105].

In dieser retrospektiven Studie sollte untersucht werden, ob durch die alleinige Kataraktoperation mit Implantation einer Hinterkammerlinse bei gleichzeitigem Vorliegen unterschiedlicher Glaukomformen eine ausreichende und dauerhafte Drucksenkung erreicht und die postoperative Therapie reduziert oder sogar abgesetzt werden konnte.

2 Die okuläre Hypertension und das Glaukom

2.1 Die okuläre Hypertension

Als okuläre Hypertension bezeichnet man einen isoliert auftretenden erhöhten Augeninnendruck über 21 mmHg ohne Nachweis glaukomatöser Schäden am Sehnervenkopf bei offenem Kammerwinkel [55] [70]. Die Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS) belegt, dass innerhalb von 5 Jahren in ungefähr 10 % aus einer unbehandelten okulären Hypertension ein Glaukom entstehen kann. Unter medikamentöser Therapie mit Senkung des Augeninnendruckes um 20 %, höchste Werte jedoch 22 mmHg maximal 24, sinkt die Wahrscheinlichkeit an einem Glaukom zu erkranken um 50 %. Nur wenige Patienten mit okulärer Hypertension erleiden im Laufe ihres Lebens einen Sehverlust. Deswegen benötigen nur die Patienten mit einem erhöhten Risiko aus heutiger Sicht eine Therapie [55] [85]. Sofern man sich nicht oder noch nicht für eine antiglaukomatöse Behandlung entscheidet, muss der Patient allerdings weiter regelmäßig kontrolliert werden (Papillendokumentation mit Heidelberg-Retina-Tomograph oder GDx, Gesichtsfeld), um einen möglichen Übergang in ein manifestes Glaukom zu erfassen. Das individuelle Risiko der Glaukomentstehung bei Patienten mit einer okulären Hypertension wurde in dieser Studie ebenfalls definiert. So sind eine geringe Hornhautdicke, ein höheres Lebensalter, eine erhöhte Pattern Standard Deviation und/oder eine vergrößerte Cup Disc Ratio Risikofaktoren für die Entwicklung eines Glaukoms aus einer okulären Hypertension. Ein Diabetes mellitus hingegen soll einen protektiven Einfluss haben [84].

In zahlreichen Studien konnte für die Patienten mit okulärer Hypertension im Vergleich zu Gesunden eine größere mittlere Hornhautdicke nachgewiesen werden [106].

2.2 Das Glaukom und seine soziale Bedeutung

Das Glaukom ist eine neurodegenerative Erkrankung des Nervus opticus unterschiedlicher Ätiologie mit typischen Schädigungen von Papille und Gesichtsfeld. Der wichtigste pathogenetische Risikofaktor ist ein individuell zu hoher Augeninnendruck. Dabei kommt es im Verlauf zu verschiedenen Krankheitsstadien, die durch einen fortschreitenden Ganglienzellverlust mit nachfolgendem Axonverlust und Schädigung des Sehnervs und schließlich einem Gesichtsfeldverlust charakterisiert sind [31] [53] [74]. Es gibt primäre Glaukome, die spontan auftreten und sekundäre Glaukome, deren Ursache Allgemeinerkrankungen oder andere Augenerkrankungen sind [31] [98]. Ungefähr 90 % aller Glaukomerkrankungen sind primäre Glaukome und nur etwa 10 % treten sekundär auf [18].

Weltweit sind nach Schulze-Schwering über 4 Millionen Menschen aufgrund ihrer Glaukomerkrankung erblindet. Damit ist das Glaukom nach der Katarakt die zweithäufigste Blindheitsursache [98]. Nach Grehn erblinden pro Jahr weltweit 6,7 Millionen Menschen an grünem Star. Eine Erblindung durch ein Glaukom in den hoch entwickelten Industriestaaten stellt die dritthäufigste Erblindungsursache dar. In diesen Ländern sind die jährlichen Ausgaben für Blindengeld, Arbeitsunfähigkeiten und Frühberentungen, verursacht durch das Glaukom, höher als die gesamten Behandlungskosten für diese Erkrankung [34]. Ungefähr 14,3 % der Blinden in Deutschland bekommen aufgrund ihrer Glaukomerkrankung Blindengeld. Das sind bundesweit etwa 16.500 Blinde bei einem Sehschärfekriterium von 0,02 oder weniger [73].

2.3 Einteilung der Glaukomformen

Man unterscheidet primäre Glaukome von sekundären Glaukomen. In Abhängigkeit von dem Kammerwinkelbefund, findet eine weitere Einteilung beider Formen statt: Ist der Kammerwinkel offen, spricht man vom Offenwinkelglaukom und beim verlegten Kammerwinkel vom Winkelblockglaukom [33].

Ein Glaukom kann kongenital oder erworben sein [54].

2.3.1 Die primären Glaukome

2.3.1.1 Das Normaldruckglaukom

Das Low-Tension-Glaukom wird als Variante des primären Offenwinkelglaukoms angesehen [59] [67]. Auch hier finden sich ein offener Kammerwinkel und glaukomatöse Papillenveränderungen, meist mit typischen Gesichtsfelddefekten kombiniert. Jedoch beträgt bei dieser Glaukomform der intraokulare Druck im Tagesprofil maximal 21mmHg. Durchblutungsstörungen des Sehnervenkopfes und/oder eine verminderte Drucktoleranz des Sehnervenkopfes bzw. der retinalen Ganglienzellen sowie ein zu niedriger Blutdruck und auftretende Vasospasmen werden als mögliche Ursachen für die progrediente Optikoneuropathie beim Normaldruckglaukom diskutiert. Der intraokulare Druck scheint eine untergeordnete Rolle zu spielen [39] [60] [79] [80]. Trotzdem ist die Senkung des intraokularen Druckes ein wesentlicher therapeutischer Faktor. In der Collaborative Normal Tension Glaucoma Study (CNTGS) wurde nachgewiesen, dass die Schadensprogression bei Patienten mit Normaldruckglaukom signifikant reduziert werden kann, wenn man den Druck um 30 % senkt [1]. Nach von Eicken et al wurden bei Patienten mit Normaldruckglaukom eine signifikant niedrigere zentrale Hornhautdicke als bei Normalprobanden gemessen [106]. Nach Krieglstein wurden beim Normaldruckglaukom im Vergleich zum primären Offenwinkelglaukom häufiger Papillenrandblutungen und größere Papillenflächen beobachtet. Die Progression von Normaldruckglaukomen verläuft in der Regel langsam und nur in etwa 10% der Fälle ist sie relativ schnell. Risikofaktoren beim Normaldruckglaukom mit rascher Progression sind das weibliche Geschlecht, Papillenrandblutungen und Migräne [68].

2.3.1.2. Das primäre Offenwinkelglaukom

Die primären Glaukome treten spontan auf und sind nicht Folge einer Augenkrankheit oder Allgemeinerkrankung [32].

Das primäre Offenwinkelglaukom ist die weitaus häufigste Glaukomform [58] [69]. Etwa 60 – 90% der Glaukompatienten in Europa haben ein primäres Offenwinkelglaukom [58]. Ab dem 60. Lebensjahr verdoppelt sich die Prävalenz des Offenwinkelglaukoms mit jeder Lebensdekade und im Durchschnitt leiden Glaukompatienten 12,8 Jahre (Personenjahre mit Glaukom) an ihrer Glaukomerkrankung [69]. Meist beginnt die langsam progrediente Erkrankung beidseits und bleibt weitestgehend symptomarm. Sie ist gekennzeichnet durch einen glaukomatösen Papillenschaden mit möglichen typischen Gesichtsfelddefekten und einem offenen unauffälligen Kammerwinkel sowie einem Augeninnendruck über 21mmHg [40] [57]. Beim primären Offenwinkelglaukom kommt es durch eine relative Obstruktion des Kammerwasserabflusses im Trabekelwerk und im Schlemmschen Kanal zu einem verminderten Abfluss und damit zu einem erhöhten intraokularen Druck [39] [57]. Im Spätstadium treten erhebliche irreversible Funktionsverluste auf [41]. In Nordamerika und Großbritannien sind ca. 12% der Erblindungen auf ein primäres Offenwinkelglaukom zurückzuführen [56].

Der erhöhte Augendruck ist heute der einzige in großen Studien belegte beeinflussbare Risikofaktor, der beim primären chronischen Offenwinkelglaukom pathogenetisch eine Rolle spielt [46] [71].

2.3.1.3 Das Engwinkelglaukom

Das primäre Engwinkelglaukom findet man bei prädisponierten aber sonst gesunden Augen. Die Verlegung des Trabekelwerkes durch die periphere Iris führt zu einer Behinderung des Kammerwinkelabflusses. In der Folge steigt der intraokulare Druck. Nach neuen Erkenntnissen sollte man allerdings nur dann von einem primären Engwinkelglaukom sprechen, wenn die Kammerwinkelverlegung bereits zu einer Sehnervenschädigung geführt hat. Bis

vor wenigen Jahren wurde das primäre Engwinkelglaukom nur durch den engen Kammerwinkel und nicht durch progrediente Papillenschädigung definiert [61]. Nach Schwenn sollte man alle Augen mit engem Kammerwinkel und Papillenschaden als primäre oder sekundäre chronische Winkelblockglaukome bezeichnen. Das einmalige Ereignis der Kammerwinkelverlegung ohne nachweislichen strukturellen Schaden an der Papille sollte demnach als akuter Winkelblock definiert werden [99].

2.3.2 Das Sekundärglaukom

Sekundärglaukome werden durch andere Augenerkrankungen oder Allgemeinerkrankungen verursacht. Die Einteilung und meist auch Therapie wird durch die zugrunde liegende Pathogenese bestimmt. Oberstes Ziel der Behandlung ist auch hier die Senkung des Augeninnendrucks zur Vermeidung eines fortschreitenden Sehnervenschadens [43].

2.3.2.1 Das Pseudoexfoliationsglaukom

Das Pseudoexfoliationsglaukom ist eine seltene Glaukomform. Sie stellt eine sekundäre Trabekelwerkblockade dar, die durch die Kombination einer Funktionsstörung der trabekulären Endothelzellen und die Blockierung des Trabekelwerkes bedingt ist. Die Pseudoexfoliationen sind grauweißes, fibrillogranuläres extrazelluläres Matrixmaterial, welches aus einem Proteinkern im Inneren und den von außen umgebenden Glykosaminoglykanen besteht. Diese Proteinstrukturen werden auf der vorderen Linsenkapsel, den Zonulafasern, dem Ziliarkörper, der Iris, dem Trabekelwerk sowie der Glaskörpervorderfläche und der Konjunktiva abgelagert. Das dadurch entstehende Abflusshindernis ist der pathogenetische Faktor für diese Entstehung des Pseudoexfoliationsglaukoms [62] [77] [89]. Die Pseudoexfoliationen kommen aber nicht nur intraokulär vor. Sie wurden auch in Haut, Leber, Lungen, Herz, Gallenblase, Nieren und Blutgefäßen nachgewiesen [76].

2.3.2.2 Weitere Sekundärglaukome

Weitere bekannte Sekundärglaukome sind ein Pigmentdispersionsglaukom, ein Kortisonglaukom, ein phakolytisches Glaukom, ein entzündliches Glaukom, ein traumatisches Glaukom und ein Glaukom bei angeborenen Augenfehlbildungen [44].

2.4 Diagnostikverfahren des Glaukoms

Eine umfangreiche Anamnese und eine vollständige ophthalmologische Untersuchung sind für eine exakte Diagnosestellung, Klassifikation und Therapieplanung eines Glaukomes unerlässlich [2].

2.4.1 Tonometrie

Die Tonometrie ist die Messung des Augeninnendruckes. Da ein einzelner Druckwert wenig aussagefähig ist und der Augeninnendruck tageszeitlichen Schwankungen unterliegt, ist besonders für die Diagnose des Offenwinkelglaukoms und des Low-Tension-Glaukoms ein Tagesprofil erforderlich [81].

Man unterscheidet in der modernen Glaukomdiagnostik zwischen der Non-Contact- Tonometrie und Applanationstonometrie nach Goldmann. Das Imbert-Fick-Prinzip bildet die Grundlage für diese Messmethode [19] [106] [110].

Die ersten Umsetzungen des Imbert- Fick- Prinzips zur Applanationstonometrie erfolgten 1885 von Maklakov. Erst danach stellte Goldmann sein Applanationstonometer vor [102] [106]. Dieses Messprinzip stellt bis heute den aktuellen „Goldstandard“ in der Glaukomdiagnostik dar [71]. Bei der Applanationstonometrie nach Goldmann wird eine fest definierte Fläche von 3,06mm² der in Lokalanästhesie befindlichen Hornhaut etwa 2 Sekunden deformiert. Durch die Umrechnung der zur Abplattung benötigten Kraft kann man auf den intraokularen Druck schließen [13].

Bei der Non- Contact- Tonometrie wird die Kornea nicht berührt. Die Hornhaut

wird durch einen Luftstoß abgeplattet. Zur Messung wird das dadurch veränderte Reflexbild genutzt [35]. Aus der elektronisch gemessenen Zeit vom Beginn des Messvorganges bis zur Abplattung der Hornhaut kalkuliert das Gerät den intraokularen Druck [13]. Die Messgenauigkeit bei der Non- Contact-Tonometrie ist im Vergleich zur Applanationstonometrie geringer [35].

2.4.2 Pachymetrie

Die Pachymetrie ist die Hornhautdickenmessung. Sie wird mit Hilfe von Ultraschall oder lichtoptischen Verfahren durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass die zentrale Hornhautdicke 550 μm beträgt und nur wenige der menschlichen Augen davon abweichen [19]. Bei Hornhautdicken über 550 μm wird mit dem Goldmann Applanationstonometer oder dem Non- Contact-Tonometer ein höherer intraokularer Druck gemessen als er im Augeninneren wirklich vorhanden ist. Bei einer dünneren Hornhaut unter 550 μm wird ein niedrigerer intraokularer Druck gemessen. Es gibt verschiedene Korrekturtabellen um den intraokularen Druck in Abhängigkeit von der Hornhautdicke zu verifizieren [106].

2.4.3 Gonioskopie

Die Gonioskopie ist die Beurteilung des Kammerwinkels. Folgende Kammerwinkelstrukturen werden beschrieben: von hinten nach vorne der Ziliarkörper, der Sklerasporn, das Trabekelmaschenwerk, der Schlemm-Kanal und die Schwalbe-Linie. Man unterscheidet zwischen einer direkten und einer indirekten Gonioskopie. Die in der Praxis übliche Einteilung ist die nach Shaffer Grad 0 bis Grad 4 [38] [50] [101].

Tabelle 1. Shaffer System [103]

Grad	KW- Winkelgrad	KW- Beschreibung	KW- Verschluss
4	45- 35°	offen	unmöglich
3	35- 25°	offen	unmöglich
2	20°	eng	möglich
1	10°	sehr eng	wahrscheinlich
0	0°	geschlossen	vorhanden

Bei der indirekten Gonioskopie wird über einen Spiegel im Gonioskop der gegenüberliegende Kammerwinkel an der Spaltlampe beurteilt. Die direkte Gonioskopie findet am liegenden Patienten statt und ermöglicht eine direkte Beurteilung der Kammerwinkelstrukturen [19] [102].

2.4.4 Perimetrie

In der Glaukomdiagnostik hat sich die automatisierte Schwellenperimetrie, die sich auf den zentralen 30 Grad Bereich bezieht, durchgesetzt. Die kinetische Goldmannperimetrie verwendet man nur noch bei weit fortgeschrittenen Gesichtsfeldausfällen [82].

Erst beim Untergang von über 30 % der Nervenfasern treten Gesichtsfeldausfälle auf. Diese Ausfälle beginnen mit relativem parazentralen Skotomen. Daraus können absolute Skotome, isoliert und später auch mit Verbindung zum blinden Fleck, entstehen. Bei weiterer Schädigung entsteht ein sektorenförmiges Skotom, welches in einem kompletten Ausfall bis auf eine zentrale Gesichtsfeldinsel und einem peripheren Rest enden kann. Der Endzustand ist die Erblindung [37].

Die Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS 7) untersuchte den Zusammenhang zwischen operativer Senkung des Augeninnendruckes und dem Fortschreiten einer Gesichtsfeldschädigung.

So folgerte man aus den Ergebnissen dieser Studie, dass eine Verringerung

des Augeninnendruckes um 1 mmHg eine Senkung des Progressionsrisikos von glaukomatösen Gesichtsfeldschäden um etwa 10 % erbringt. Bei Druckwerten stets unter 14 mmHg in den ersten 18 Monaten kam es zu keiner oder nur zu einer geringen Verschlechterung des Gesichtsfeldes [1].

2.4.5 Zusatzverfahren zur Glaukomdiagnostik

Ein sehr empfindlicher Parameter zur Frühfeststellung einer Ganglienzellschädigung ist das Muster- ERG.

Beim Normaldruckglaukom und bei Patienten mit fortschreitenden Gesichtsfeldverlusten werden die 24h-Blutdruckmessung und die 24h-EKG-Messung empfohlen [83].

Der Heidelberg-Retina-Tomograph oder das GDx stehen dem Augenarzt ebenfalls als diagnostisches Hilfsmittel, vor allem in der Verlaufskontrolle der Glaukomerkrankung, zur Verfügung [36].

2.5 Therapie des Glaukoms

Die Glaukomtherapie hat verschiedene Säulen, die konservative medikamentöse und die operative Therapie.

Die Collaborative Initial Treatment Glaucoma Study (CITGS) untersuchte die Wirkung je einer initial medikamentös oder chirurgisch therapierten Patientengruppe mit primärem Offenwinkelglaukom. Nach einer 4-jährigen Nachbeobachtungszeit konnte in beiden Gruppen kein Unterschied in der Minimierung von Gesichtsfeldverlusten gefunden werden.

In der Early Manifest Glaucoma Trial (EMGT) wurde der Zusammenhang zwischen der Senkung des intraokularen Druckes und der Glaukomprogression an Patienten mit frühen Gesichtsfelddefekten untersucht. Ergebnis war, dass das Fortschreiten des Glaukoms in der behandelten Gruppe (durchschnittliche Drucksenkung um 25 %) bei 45 % und in der unbehandelten Gruppe bei 62 % lag. Die Reduktion der Augeninnendruckwerte um 25 % (etwa 5,1 mmHg) führte zu einer Reduktion des Fortschreitens der Glaukomerkrankung um 50 %. Eine

10 %-ige Progressionsreduktion pro mmHg Drucksenkung wurde als Ergebnis bekannt gegeben [1].

2.5.1 Medikamentöse Therapie

Einige Wirkmechanismen der medikamentösen Glaukomtherapie sind die Verbesserung des trabekulären Abflusses, die Hemmung der Kammerwassersekretionsrate und/oder die Erhöhung des uveoskleralen Abflusses. Die Medikamente werden meist lokal appliziert und sollten nicht nur abhängig vom Glaukomtyp, sondern auch vom Allgemeinzustand des Patienten sein. Betablocker, Alpha-2-Agonisten, Karboanhydrasehemmer (systemisch und lokal möglich) hemmen die Kammerwassersekretion. Durch Verbesserung des uveoskleralen Abfluss wirken Alpha-2-Agonisten, Prostaglandin- und Prostanoid- Analoga. Prostaglandin- und Prostanoid- Analoga erhöhen auch den trabekulären Abfluss und Miotika verbessern über die Öffnung des Kammerwinkels den Kammerwasserabfluss. Osmotische Wirkstoffe schaffen einen Gradienten zwischen Blut und Glaskörper und reduzieren dadurch das Kammerwasser. Des Weiteren gibt es diverse Kombinationspräparate, welche die Wirksamkeiten der Summe ihrer Einzelkomponenten haben [40] [63] [74] [86].

Ziel einer jeden medikamentösen Therapie insgesamt ist die Senkung des intraokularen Druckes um die Glaukomprogression zu stoppen [100].

2.5.2 Operative Therapie

Alternative Therapien zur medikamentösen Behandlung und zur Lasertherapie stellen die perforierenden und die nicht perforierenden Operationen dar. Meist sind sie die ultima ratio Lösungen wenn die anderen beiden Therapiesäulen ausgereizt wurden [41].

Die erste Intervention den erhöhten Augeninnendruck mittels operativem Verfahren zu senken geht auf Mackenzie 1854 zurück. Er versuchte durch Punktion des Glaskörpers eine Drucksenkung zu erreichen. Diese recht simple

Methode konnte den intraokularen Druck nur temporär senken. Erst 3 Jahre später wurde von Albrecht von Graefe 1857 die erste erfolgreiche Glaukomoperation, die Iridektomie, durchgeführt. Danach folgten die erste fistulierende Operation des Glaukoms durch Lagrange und die Zyklodialyse durch Heine 1905. Ein Jahr später erfand Holth 1906 die Iridenkleisis und Elliott führte 1913 die erste korneosklerale Trepanation durch. Die chirurgische Gefäßverödung im Ziliarkörper und retroziliar mittels elektrodiathermischer Einwirkungen wurde erst 20 bis 30 Jahre später von Vogt 1936 sowie L. und R. Weekers 1947 als Alternative zu den bereits bestehenden Verfahren eingesetzt. Erst 1968 wurde die Trabekulektomie von Cairns durchgeführt. Alle diese Verfahren werden bis heute noch durchgeführt, zum einen etwas abgewandelt und zum anderen noch original [87].

2.5.2.1 Perforierende Operationstechnik

Bei den perforierenden Operationen wird der Augapfel eröffnet. Es wird eine Fistel gebildet, durch die das Kammerwasser in den Sub-Tenon-Raum abfließen kann. Diese Fistel liegt unter einem oberflächlichen Skleralappen. Dieser wird von einer Bindehautschicht wasserdicht verschlossen. Das entstandene Sickerkissen wird vom Oberlid geschützt. Handelt es sich um eine rechteckige Öffnung, wird diese Operation Trabekulektomie genannt. Bei einer runden Öffnung heißt diese Operation Goniotrepanation. Durch den Einsatz von Antimetaboliten wie 5-Fluorouracil oder Mitomycin C versucht man die Wundheilung zu hemmen und dadurch die Durchgängigkeit des Filterkissens dauerhaft zu gewährleisten [65] [41].

2.5.2.2 Nicht perforierende Operationstechnik

Der Bulbus wird bei diesem Verfahren nicht eröffnet.

Es gibt die tiefe Sklerektomie, bei der zwischen dem Schlemm-Kanal und der Vorderkammer eine dünne Membran stehen gelassen wird.

Bei der Viskokanalostomie erweitert der Operateur mit Hyaluronsäure den

Schlemmschen Kanal.

Die Trabekulotomie wird besonders beim Buphthalmus eingesetzt. Die Zyklokryotherapie sowie die Zyklphotokoagulation veröden den Ziliarkörper.

Diese Methoden haben weniger postoperative Komplikationen als perforierende Verfahren [42].

2.5.2.3 Laserchirurgie

Der Laser wurde erstmals 1979 in der Glaukomtherapie eingeführt. Seitdem wird diese Form des therapeutischen Vorgehens insbesondere beim Offenwinkelglaukom eingesetzt. Der Laser kann nach einem Versagen der medikamentösen Therapie und vor einem weiteren operativen Eingriff eingesetzt werden [108]. Die therapeutisch genutzten Laserverfahren beim Glaukom sind die Argonlaser-Trabekuloplastik, die Laseriridotomie mit dem Neodymium-YAG-Laser und die Diodenlaser-Zykloablation. Die Wahl der richtigen Lasertherapie wird durch die Glaukomform bestimmt. Bei Offenwinkelglaukomen wird häufig die Argonlaser-Trabekuloplastik eingesetzt, bei der Laserherde auf das Trabekelwerk platziert werden und dieses dadurch zerstört wird. Das hat eine Erhöhung des Kammerwasserabflusses und damit die Senkung des intraokularen Druckes zur Folge. Die Argonlaser-Trabekuloplastik zeigt aber auch beim Normaldruckglaukom gute Ergebnisse, jedoch fällt die absolute Senkung des intraokularen Druckes geringer aus als beim primären Offenwinkelglaukom. Beim Pseudoexfoliationsglaukom zeigt die Argonlaser-Trabekuloplastik eine anfänglich gute Drucksenkung, die jedoch rasch nachlässt. Eine gute Wirkung beim Pigmentglaukom konnte nur bei jüngeren Patienten nachgewiesen werden. Die selektive Laser-Trabekuloplastik zeigt ebenfalls gute Resultate in der Therapie des primären Offenwinkelglaukoms. Bei der Laseriridotomie mit dem Neodymium-YAG-Laser wird ein künstlicher Abflussweg des Kammerwassers aus der Hinterkammer in die Vorderkammer geschaffen. Diese Therapieform ist bei primären Winkelblockglaukomen und engen Kammerwinkeln mit Verschlussmöglichkeit eine Option. Die Zerstörung eines Teils des sekretorischen Ziliarepithels hat bei

der Diodenlaser- Zykloablation die Senkung der Kammerwasserproduktion und damit die Senkung des intraokularen Druckes zur Folge [64].

3. Die Katarakt

3.1 Definition und Grundlagen

Die Katarakt (Synonym: grauer Star) bezeichnet eine Linsentrübung. Hierbei kommt es zu einer so starken Herabsetzung der Durchsichtigkeit des Linsenmaterials, häufig beginnend mit radiären Wasserspalten, dass sich der Patient in seiner Sicht beeinträchtigt fühlt. Dieses kann man durch die Visusprüfung bei optimalem Kontrast, aber auch unter Bedingungen der Gegenlichtblendung, durch Prüfung der Nahsehschärfe und der Lesefähigkeit subjektiv bestimmen. Die Höhe der Visusminderung ist abhängig von der Ausdehnung und von der Lage der Linsentrübung. Der Begriff Katarakt leitet sich ursprünglich von dem maskulinen griechischen Wort ab und bedeutet Wasserfall (Katarrhaktes = herabstürzen). Im medizinischen Sprachgebrauch wird die lateinisierte feminine Form (die Katarakt) benutzt. Man glaubte früher, dass die Katarakt eine Art geronnene Flüssigkeit sei, die aus dem Gehirn entstammt und sich hinter der Pupille nach unten ergießt. Im deutschsprachigen Raum wird hauptsächlich der Ausdruck des „grauen Stars“ benutzt. Dieser Begriff ist auf den „starren“ Blick der Erkrankten bei vollständiger Erblindung zurückzuführen [21].

3.2 Epidemiologie

Die Linsentrübung ist die häufigste Erkrankung der Linse [20]. Der erfolgreichste und am häufigsten vorgenommene operative Eingriff am Auge ist die Operation des grauen Stars [17]. In Deutschland wurde dieser Eingriff im Jahr 2007 etwa 800.000 mal durchgeführt [107]. Die Katarakt stellt die weltweit häufigste Erblindungsursache dar [109].

3.3 Klassifikation der Katarakt

Die Katarakt wird in der Regel nach ihrem zeitlichen Auftreten, nach ihrem Ausmaß und nach ihrer Ursache eingeteilt [90].

3.3.1 Einteilung nach dem zeitlichen Auftreten

Es lassen sich die *Cataracta congenita*, *Cataracta juvenilis*, *Cataracta praesenilis* und die *Cataracta senilis* unterscheiden.

Die *Cataracta congenita* kann sowohl erblich bedingt, als auch durch frühembryonale Schädigung erworben sein [26] [94]. Der Erbgang kann sowohl autosomal-rezessiv, autosomal-dominant oder x-chromosomal sein. Häufig treten Katarakte in Syndromen auf [26]. Als exogene Noxen kommen Infektionen der Mutter, Röntgenstrahlen und Medikamenteneinnahmen in Frage.

Bei der *Cataracta juvenilis* sind bisher zwei Unterformen bekannt: die *Cataracta coronaria* (Kranzstar) und die dem Kranzstar sehr ähnlichen *Cataracta coerulea*.

Der Kranzstar wird dominant vererbt. Er entsteht bei 25% aller Menschen und beginnt ab dem 3. Lebensjahr. Die Linsentrübungen liegen kranzartig in der Peripherie der tiefen Rinde.

Bei der *Cataracta coerulea* sind die peripheren Rindentrübungen typischerweise bläulich [94].

Die *Cataracta praesenilis* manifestiert sich zwischen der Adoleszenz und dem mittleren Lebensalter. Bei dieser Form befinden sich die Trübungen im Linsenkern oder in der Rinde. Der Verlauf ist progredient und führt zur allmählichen Visusverschlechterung. Man kann sie auch als vorgezogene senile Katarakt bezeichnen [11].

Die *Cataracta senilis* wird auch als grauer Altersstar bezeichnet. Sie stellt einen physiologischen Alterungsprozess dar, wobei eine genetische Disposition angenommen wird [23]. Morphologisch lässt sich die Alterskatarakt in drei Formen einteilen.

Die *Cataracta corticalis* (syn. Wasserspalten-Speichen-Katarakt oder tiefer supranukleärer Rindenstar) ist mit ca. 50% die häufigste Unterform. Dabei bilden sich Spalten und Vakuolen zwischen den zerfallenden Faserbündeln der tiefen Linsenrinde [96]. Anschließend entstehen typische radiäre oder keilförmige speichenartige Trübungen.

Die *Cataracta subcapsularis* tritt sowohl direkt unter der vorderen Linsenkapsel (*Cataracta subcapsularis anterior*) oder vor der hinteren Kapsel (*Cataracta subcapsularis posterior*) auf. Das Sehvermögen wird durch die hintere subkapsuläre Katarakt mehr als bei vergleichbaren Kern- oder Rindenkatarakten beeinträchtigt [52].

Die *Cataracta nuclearis* (Kernkatarakt) ist mit 30% die zweithäufigste Unterform der senilen Katarakt [96]. Sie beginnt mit einer gelblichen Kernsklerose. Später entwickelt sich ein brauner Kern (*Cataracta brunescens*). Diese Entwicklung ist meistens von einer zunehmenden Myopisierung begleitet. Die harte Konsistenz dieses Kernes ist chirurgisch relevant [51].

3.3.2 Einteilung nach dem Ausmaß

Es werden je nach Entwicklungsstadium die *Cataracta incipiens*, die *Cataracta provecta*, die *Cataracta immatura* oder *praematura*, die *Cataracta matura*, die *Cataracta intumescens* und die *Cataracta hypermatura* unterschieden.

Während es sich bei der beginnenden Katarakt (*Cataracta incipiens*) nur um dezente Linsentrübungen handelt, wird bei der fortgeschrittenen Linsentrübung (*Cataracta provecta*) meist die Operationsindikation gestellt. Bei weiterer Progression der Trübungen spricht man von einer *Cataracta praematura* oder *matura* (reifer Altersstar) [22]. Die *Cataracta hypermatura* (Morgagni) ist gekennzeichnet durch das Absinken des Linsenkerns in der Linsenkapsel. Dieser Prozess wird durch die Schrumpfung der Linse und die Verflüssigung der Rinde hervorgerufen. Aufgrund der Quellung des Linsenstromas und des daraus resultierenden Druckes auf die Linsenkapsel entstehen bei der *Cataracta intumescens* Linsentrübungen, die makroskopisch am seidigen Glanz der Linse zu erkennen sind [93].

3.3.3 Einteilung nach den Ursachen

Einige Allgemeinerkrankungen können typische Linsentrübungen induzieren. So führt ein schlecht eingestellter juveniler Diabetes mellitus zu typischen schneeflockenartigen Rindentrübungen. Bei der Galaktosämie hingegen wird Zucker in die Linse eingelagert. Das führt zu einer Rindenquellung, die nur unter rechtzeitiger galaktosefreier Diät reversibel ist. Auch die Tetanie und die Myotonia Curschmann-Steinert sowie einige Hauterkrankungen können typische Linsentrübungen verursachen [95].

Des Weiteren können intraokulare Operationen (Vitrektomie, fistulierende Operation), Verletzungen (Kontusion, Perforation) und einige Medikamente (Kortison, lokal applizierte Parasympathomimetika) zur Ausbildung eines grauen Stars führen [25].

3.4 Therapie der Katarakt

Aufgrund der fehlenden konservativen Therapiemöglichkeiten des grauen Stars, stellt die Kataraktoperation die Methode der Wahl dar [27].

Sie ist die häufigste durchgeführte Operation in Deutschland mit jährlich ungefähr 800.000 Eingriffen [107].

In den industrialisierten Ländern wird nach operativem Entfernen der senilen Katarakt mit einer Häufigkeit von bis zu 95% eine intraokulare Kunststofflinse implantiert. Fehlende Langzeitergebnisse bezüglich der Verträglichkeit bedingen auch noch eine große Zurückhaltung bei der IOL-Implantation in kindliche bzw. jugendliche Augen [92].

Wesentliche Fortschritte in der Operationstechnik wurden durch die Entwicklung der Phakoemulsifikation (Kelman 1967) [17] sowie durch die Einführung faltbaren Linsenmaterials erzielt [4].

Man unterscheidet die intrakapsuläre und die extrakapsuläre Kataraktoperation.

3.4.1 Die intrakapsuläre Kataraktextraktion

Diese relativ einfache Operationstechnik war bis Mitte der siebziger Jahre das Mittel der Wahl bei Kataraktoperationen an ophthalmologischen Kliniken [3] [30].

Die Vorteile dieser Technik liegen in den hohen Erfolgsraten, den postoperativ klaren Medien und dem Wegfall einer Nachstarbehandlung. Durch den geringen Aufwand an Technik und speziellen Behandlungsinstrumenten kann sie unter Lupenkontrolle durchgeführt werden und ist deshalb in den Entwicklungsländern weit verbreitet. Die relativ große Wunde bedingt eine längere postoperative Heilungsphase. Im Vergleich zur extrakapsulären Kataraktextraktion treten häufiger zystoide Makulaödeme und Glaskörperverluste auf. Das Risiko einer Amotio ist deutlich erhöht. Die Implantation von Intraokularlinsen ist erheblich erschwert.

3.4.2 Die extrakapsuläre Kataraktextraktion

Man unterscheidet die extrakapsuläre Kataraktextraktion mit Expression des Linsenkernes und die Phakoemulsifikation.

Bei beiden Verfahren besteht die Möglichkeit der Implantation einer Hinterkammerlinse [5].

3.4.2.1 Die extrakapsuläre Kataraktextraktion mit Expression des Linsenkerns

Dieses im Vergleich zur intrakapsulären Kataraktextraktion anspruchsvolle Operationsverfahren hat eine kürzere postoperative Wundheilungszeit aufgrund des kleineren Schnittes. Es wird bevorzugt bei sehr harten Kernen eingesetzt. Diese Operationstechnik weist geringere Raten an intra- und postoperativen Komplikationen (zystoides Makulaödem, Netzhautablösung und Glaskörperverlust) auf als beim intrakapsulären Verfahren [7] [15].

Die Nachteile des Verfahrens liegen in der technisch aufwändigeren

Durchführung und in der Nachstarbildung (Cataracta secundaria) [5].

3.4.2.2 Die Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse

Die Phakoemulsifikation stellt das Operationsverfahren dar, welches von den meisten Kataraktoperateuren bevorzugt wird und heute Methode der Wahl ist [28] [97].

Die Vorteile gegenüber der extrakapsulären Kataraktextraktion mit Entbindung des Kerns liegen in der kürzeren Operationszeit, der viel kleineren Schnitfführung und damit verbunden einer schnelleren Wiederherstellung der Sehschärfe. Der durch diese Operationstechnik verursachte Astigmatismus ist deutlich geringer. Durch Auswahl der Schnitfführung kann der Astigmatismus neutral gehalten werden. Während des gesamten Eingriffs bleibt aufgrund des geschlossenen Systems der Augeninnendruck relativ konstant, weshalb erheblich weniger Komplikationen auftreten. Die übrigen Vor- und Nachteile gegenüber der intrakapsulären Kataraktextraktion sind ähnlich denen der extrakapsulären Kataraktextraktion mit Entbindung des Kerns. Die Nachteile gegenüber der extrakapsulären Kataraktextraktion mit Kernexpression sind der höhere Kostenfaktor und die noch anspruchsvollere Operationstechnik [6]. Dennoch wiesen Egetenmeier und Spraul in ihrer Studie nach, dass selbst in der Ausbildungsphase des Operateurs die Phakoemulsifikation eine für den Patienten befriedigende und sichere Operation ist [14].

Der korneale Tunnelschnitt, der die klare Hornhaut eröffnet und mittels einer „Metall- oder Diamantlanze“ auf der temporalen Seite angelegt wird oder im steilsten Meridian, stellt den Beginn der Operation dar. Dadurch wird am Übergang von der Hornhaut zur Sklera die Zugangsmöglichkeit für den Operateur geschaffen. Dieser Schnitt ist ungefähr 3mm groß. Anschließend eröffnet man mit Hilfe einer Kanüle oder Mikropinzette die vordere Linsenkapsel. Diesen Schritt, bei dem ein kreisrunder Teil der vorderen Linsenkapsel entfernt wird, nennt man Kapsulorhexis. Die Nadel des Phakoemulsifikationshandstückes wird durch den Tunnelschnitt und die Öffnung der vorderen Linsenkapsel geführt. Die Ultraschallwellen schwingen in

Längsrichtung und dadurch arbeitet die Phakoemulsifikationsnadel des Gerätes wie ein Rundhobel. Damit das umliegende Gewebe durch die Reibungshitze der longitudinalen Schwingungen nicht beschädigt wird, ist die Nadel von einem kleinen Plastikröhrchen umgeben, durch welches BSS (balanced salt solution) in das Auge fließt. Die dabei zertrümmerten Linsenbruchstücke vermischen sich mit der BSS- Spülflüssigkeit zu einem „Brei“ und werden durch die Nadelspitze abgesaugt [29].

Um die Phakoemulsifikation schonender durchführen zu können gibt es verschiedene Verfahren einer mechanischen Kernaufarbeitung. Eine der durchgeführten Techniken der Phakoemulsifikation in der Hinterkammer stellt die sogenannte „Divide-and-Conquer“-Technik dar. Dieses Verfahren bedarf dem bimanuellen Vorgehen. Dafür wird an der Sklerokornealgrenze eine zweite Inzision geschaffen. Der Linsenkern wird nach erfolgter Kapsulorhexis mit Hilfe der Hydrodissektion separiert. Mithilfe der Phakonadel wird eine vertikale Kerbe im Linsenkern angelegt und eine Rotation des Kernes mittels Spatels um 180° vollzogen, damit sich die gebildete Furche ausreichend verlängern lässt. Anschließend wird der Linsenkern um weitere 90° rotiert. Durch diese Rotation kann man eine zweite Kerbe im rechten Winkel zu der Ersten schaffen. Der Linsenkern wird nun unter zu Hilfenahme des Spatel und der Phakonadel entlang der Kerben je einmal gebrochen. Die entstehenden 4 Bruchstücke kann man weiter fragmentieren und absaugen [9]. Durch ein Saugspülgerät (Irrigation-Aspiration) werden, nach dem Entfernen des Linsenkerns, die verbliebenen Linsenreste aus dem offenen Kapselsack und von der hinteren Linsenkapsel abgesaugt. Anschließend folgt die Implantation der künstlichen Hinterkammerlinse in den Kapselsack. Die Tonosierung des Augapfels erfolgt durch Auffüllen mit BSS und Luft. Der am Anfang der Operation durchgeführte Hornhautschnitt ist durch eine Z-förmige Konstruktion selbst verschließend. In seltenen Fällen ist der Wundverschluss durch eine Naht nötig [29].

Zwei weitere geläufige Methoden sind die Phakoemulsifikation in der Vorderkammer und die Phakoemulsifikation in der Irisebene beziehungsweise in der Hinterkammer [8].

3.4.3 Korrekturmöglichkeiten der Aphakie

Prinzipiell gibt es drei Möglichkeiten zum Ausgleich der Linsenlosigkeit nach Entfernung der getrübten Linse: die Brille, die Kontaktlinse und die bei der Operation eingepflanzte Intraokularlinse.

3.4.3.1 Ausgleich durch die Brille

Zur Korrektur einer Aphakie wurde früher regelmäßig eine sogenannte Starbrille getragen. Sofern das Auge vor der Operation emmetrop war, wurden für die Ferne circa +11 bis +12 Dioptrien und für die Nähe circa +14 bis +15 Dioptrien ordiniert. Ein einseitiges Starglas führte bei Emmetropie des anderen Auges durch die Bildvergrößerung von 20 bis 30 % zu einer Unverträglichkeit infolge der Aniseikonie. Die Starbrille hat darüber hinaus regelmäßig störende Ringskotome. Aus diesem Grund ist z.B. das Auto fahren mit einer einseitigen Starkorrektur vom Gesetzgeber nicht erlaubt.

3.4.3.2 Ausgleich durch die Kontaktlinse

Mit einer Kontaktlinse kann man eine einseitige Aphakiekorrektur durchführen. Es tritt eine Aniseikonie von etwa 5 % auf, die sogar oft bei einseitiger Aphakie Binokularsehen ermöglicht. Nachteile sind die möglichen Kontaktlinsenkomplikationen und Unverträglichkeiten aufgrund der Sicca-Problematik sowie die Probleme in der Handhabung durch ältere Patienten.

3.4.3.3 Ausgleich durch die Intraokularlinsen

Der große Vorteil der Intraokularlinsen besteht darin, dass sie am oder nahe des physiologischen Sitzes der natürlichen Linse implantiert werden können. Auch bei einseitigem Ausgleich bestehen keine Beschwerden durch eine Aniseikonie. Man unterscheidet nach dem Sitz oder nach dem Implantationsort

Vorderkammerlinsen, sulcus- oder kapselsackfixierte Intraokularlinsen und Iris-Clip-Linsen [91].

Es existieren verschiedene Intraokularlinsenmaterialien mit unterschiedlichem Linsendesign.

4. Eigene Untersuchungen

Die Patienten in dieser retrospektiven Arbeit waren an einem Glaukom erkrankt. Alle hatten sich wegen einer bestehenden Cataracta senilis einer Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse unterzogen.

5. Patienten und Methoden

Die vorliegende retrospektive Studie untersucht die Wirksamkeit der Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse an definierten Glaukomaugen auf deren postoperatives Druckverhalten. Es sollte festgestellt werden, ob der Augeninnendruck bei bestimmten Glaukomformen so gesenkt werden konnte, dass die drucksenkende Therapie postoperativ zeitweise oder dauerhaft, teilweise oder vollständig abgesetzt werden konnte. Die Gründe für das Wiederansetzen durch den nachbehandelnden Augenarzt wurden aufgeschlüsselt.

Es wurde das Patientengut der Dortmunder Augenarztpraxis Dr. R. Krause, Körner Hellweg 74, 44143 Dortmund, untersucht. Die Kataraktoperationen (Phakoemulsifikation) fanden in den Augenkliniken des St. Johannes Hospital Dortmund (Chefarzt Professor Dr. J. Kammann), des Städtischen Klinikums Dortmund (PD Dr. T. Böker), des Universitätsklinikums in Essen (Chefarzt Prof. Dr. Klaus- Peter Steuhl), des Universitätsklinikums Köln (Chefarzt Prof. Dr. G. K. Kriegelstein) sowie in der Dortmunder Augenarztpraxis Dres. Brons-Netz-Kreilkamp-Nehm statt. Eine retrospektive Unterscheidung in ambulante und stationäre Operationen war nicht Auftrag dieser Arbeit.

5.1 Untersuchte Patienten

5.1.1 Anzahl der untersuchten Glaukomaugen bei verschiedenen Glaukomformen

Es wurden 112 Patienten (188 Augen), die an einer Katarakt und einem Glaukom erkrankt waren und einer Phakoemulsifikation unterzogen wurden, vom 06.09.1993 bis 31.12.2007 untersucht. Dabei handelte es sich um 43 Patienten (69 Augen) mit primärem Offenwinkelglaukom, 46 Patienten (83 Augen) mit Engwinkelglaukom, 11 Patienten (18 Augen) mit Low-Tension-Glaukom und 12 Patienten (18 Augen) mit Pseudoexfoliationsglaukom.

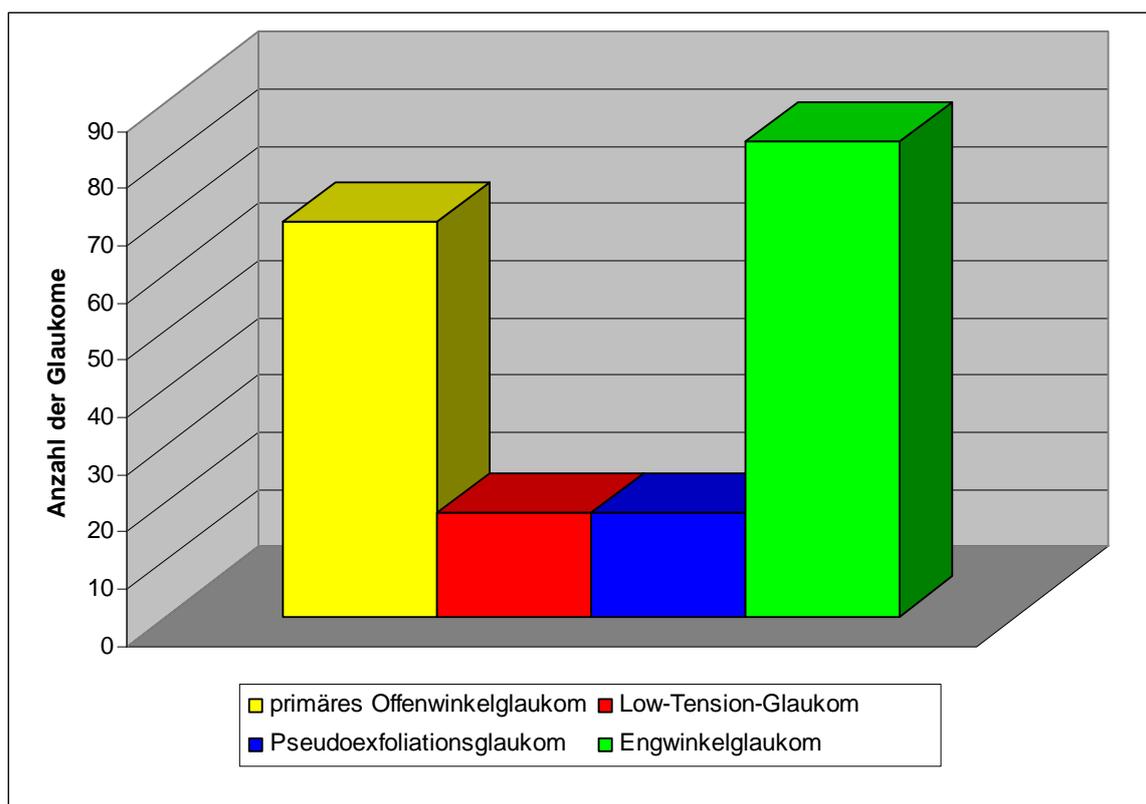


Diagramm 1: Anzahl der Glaukomaugen in Abhängigkeit von der Glaukomform

5.1.2 Altersverteilung der Patienten mit verschiedenen Glaukomformen

Patienten mit Low-Tension-Glaukom waren im Mittel $78,91 \pm 1,37$ Jahre alt. Das Alter des jüngsten Patienten betrug 73 Jahre und das des ältesten 87 Jahre.

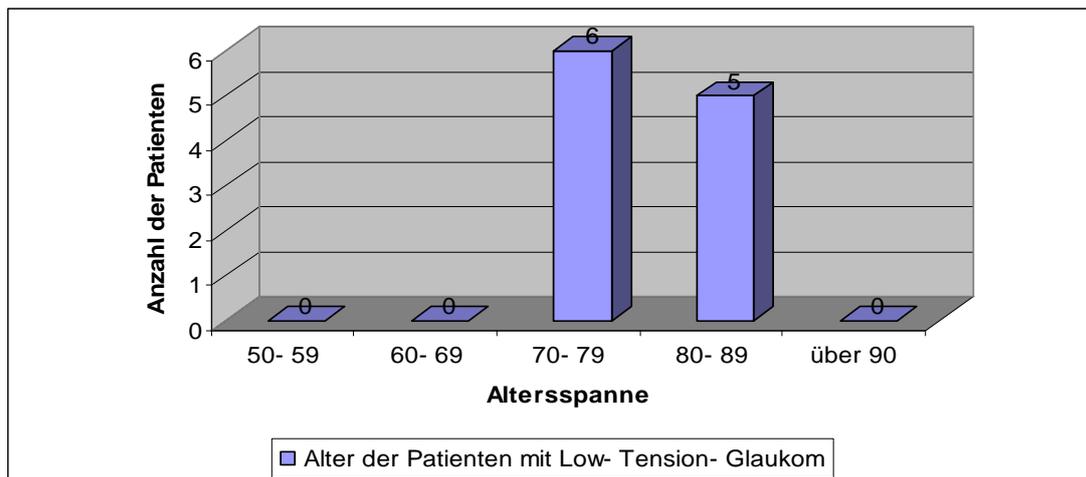


Diagramm 2: Altersverteilung der Patienten beim Low-Tension-Glaukom

Das Alter der Patienten mit primärem Offenwinkelglaukom betrug im Durchschnitt $75,12 \pm 1,21$ Jahre. Die Altersspanne lag zwischen 54 und 93 Lebensjahren.

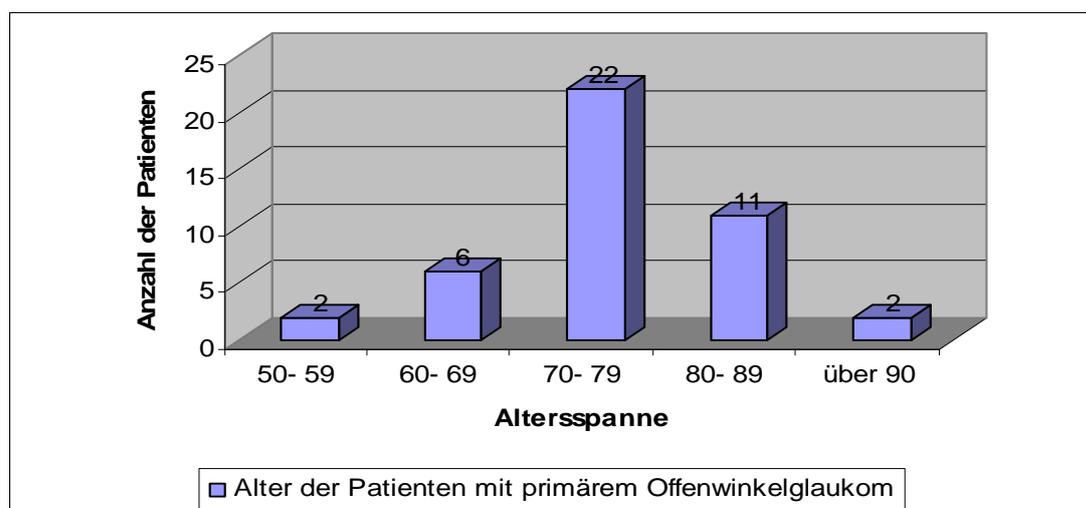


Diagramm 3: Altersverteilung der Patienten beim primären Offenwinkelglaukom

Das durchschnittliche Alter der Patienten mit Engwinkelglaukom betrug $75,39 \pm 1,28$ Jahre. Der jüngste Patient war 56 Jahre und der älteste Patient war 94 Jahre alt.

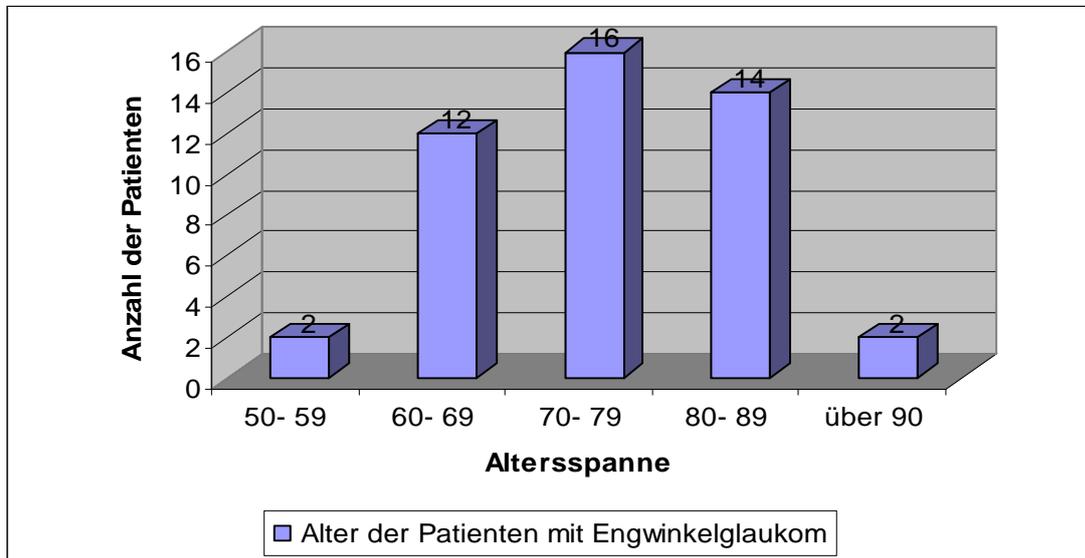


Diagramm 4: Altersverteilung der Patienten beim Engwinkelglaukom

Beim Pseudoexfoliationsglaukom waren die Patienten im Durchschnitt $79,83 \pm 2,07$ Jahre alt. Das Alter lag bei 66 Jahren bis 90 Jahren.

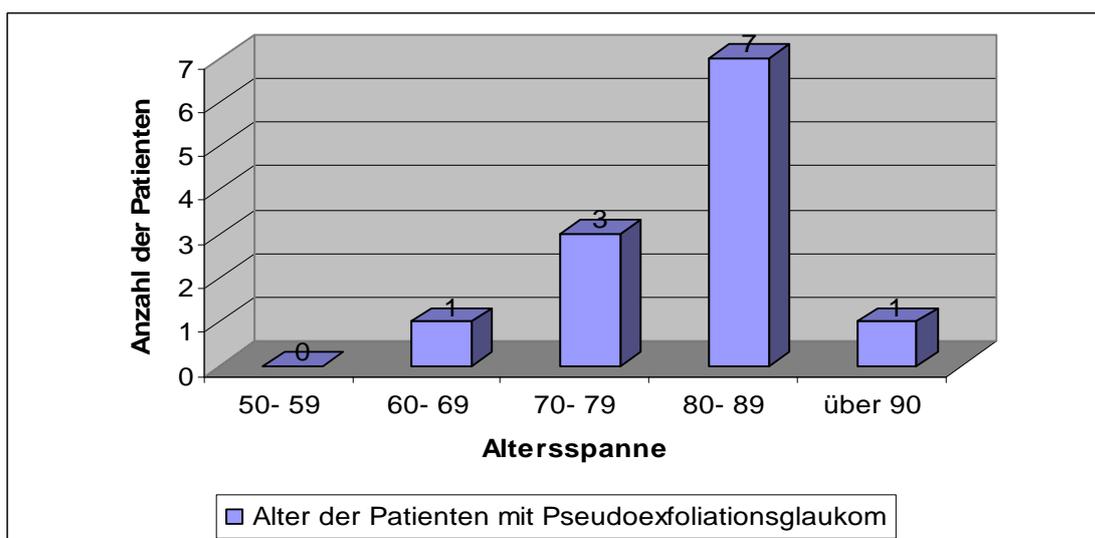


Diagramm 5: Altersverteilung der Patienten beim Pseudoexfoliationsglaukom

5.1.3 Geschlechtsverteilung der untersuchten Patienten bei verschiedenen Glaukomformen

Untersucht wurden 83 weibliche Patienten und 29 männliche Patienten. Von den 83 weiblichen Patientinnen hatten 26 (31,33 %) ein primäres Offenwinkelglaukom, 8 Patientinnen (9,64 %) ein Low-Tension-Glaukom, 9 Patientinnen (10,84 %) ein Pseudoexfoliationsglaukom und 40 Patientinnen (48,19 %) ein Engwinkelglaukom. Von den 29 männlichen Patienten hatten 17 Patienten (58,62 %) ein primäres Offenwinkelglaukom, 3 Patienten (10,345 %) ein Low-Tension-Glaukom, 3 Patienten (10,345 %) ein Pseudoexfoliationsglaukom und 6 Patienten (20,69 %) ein Engwinkelglaukom.

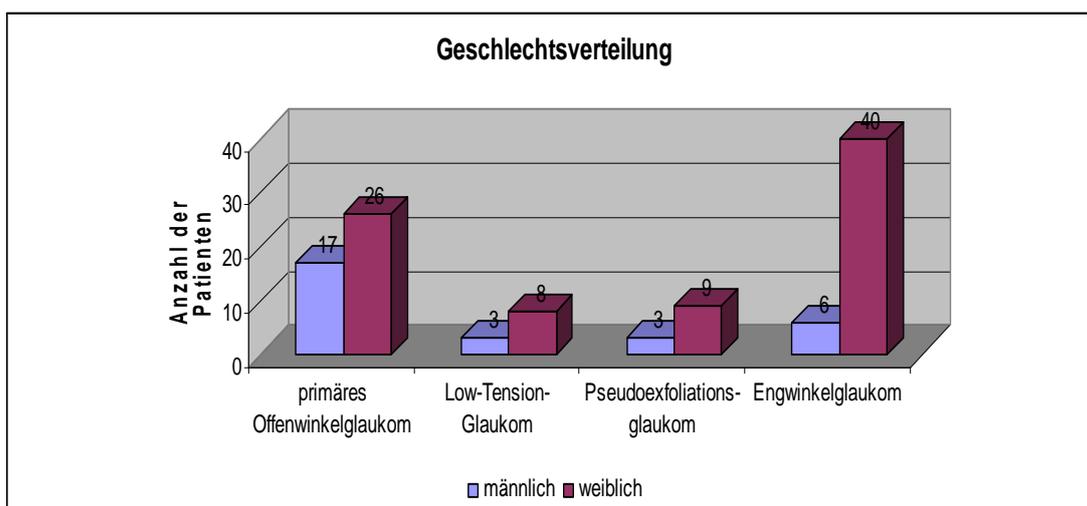


Diagramm 6: Geschlechtsverteilung der Patienten bei den verschiedenen Glaukomformen

5.1.4 Verteilung der untersuchten Patienten (Augen) nach dem Operationsort

Von den 112 Patienten (188 Augen) wurden 74 Patienten (137 Augen) in der Augenklinik des St. Johannes Hospital Dortmund (Chefarzt Prof. Dr. J. Kammann), 20 Patienten (29 Augen) in den Städtischen Kliniken Dortmund (Chefarzt PD Dr. T. Böker), 14 Patienten (18 Augen) in der Augenarztpraxis Dres. Brons-Netz-Kreilkamp-Nehm, 2 Patienten (2 Augen) in der Universitätsklinik Köln (Chefarzt Prof. Dr. G. K. Krieglstein) und 2 Patienten (2 Augen) in der Universitätsklinik Essen (Chefarzt Prof. Dr. Klaus- Peter Steuhl) operiert.

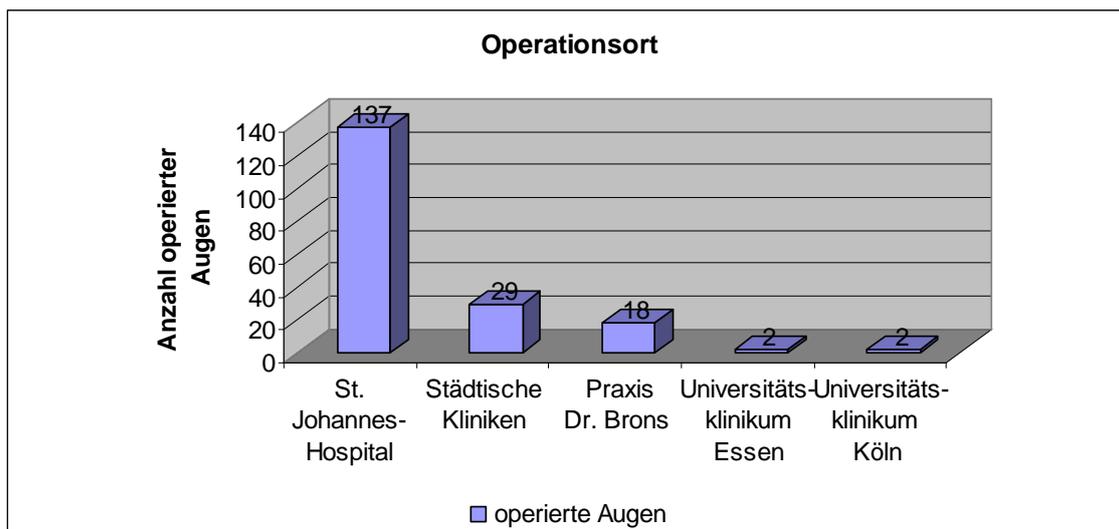


Diagramm 7: Aufschlüsselung der Patientenaugen nach dem Operationsort

5.1.5 Ausschlusskriterien

Patientenaugen mit folgenden Besonderheiten wurden primär aus dieser Studie ausgeschlossen:

- 1 vorangegangene Glaukomoperationen jeglicher Art
(Laser, fistulierende Operation)
- 2 intraoperative Komplikationen bei der Phakoemulsifikation
(Kapselruptur, vordere Vitrektomie), die das
postoperative Druckverhalten beeinflussen konnten
- 3 postoperative Komplikationen nach Phakoemulsifikation
(Vorderkammerblutung, Glaskörperblutung, Linsensubluxation,
Linsenluxation, zystoides Makulaödem, Infektion), die das
Druckverhalten beeinflussen konnten
- 4 juveniles Glaukom
- 5 Buphthalmus
- 6 Pigmentdispersionsglaukom
- 7 Sekundärglaukome (Ausnahme: phakogene Engwinkelglaukome)
- 8 Phakoemulsifikation mit Vorderkammerlinse
- 9 angeborene Katarakt
- 10 Kortisonglaukom

5.1.6 Berechnung des durchschnittlichen Druckniveaus

Zur Berechnung des drucksenkenden Effektes der Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse wurde das durchschnittliche präoperative Druckniveau mit dem durchschnittlichen postoperativen Druckniveau verglichen.

Für das präoperative Druckniveau eines Glaukomauges wurde der Mittelwert aller vorhandenen Druckwerte der letzten 12 Monate vor der Phakoemulsifikation gebildet.

Für das postoperative Druckniveau eines Glaukomauges wurde der Mittelwert aller vorhandenen Druckwerte des gesamten Nachbeobachtungszeitraumes gebildet.

5.1.7 Untersucher Zeitraum

Bei allen Patienten wurde vom 06.09.1993 bis 18.10.2007 eine Operation am Grauen Star mit Implantation einer Hinterkammerlinse durchgeführt. Die postoperativen Daten wurden bis zum Stichtag 31.12.2007 ausgewertet.

Der durchschnittliche Nachbeobachtungszeitraum betrug $2301,48 \pm 72,86$ Tage (ungefähr 6 Jahre). Der kürzeste Abschnitt lag bei 74 Tagen und der längste bei 5229 Tagen (circa 14 Jahre).

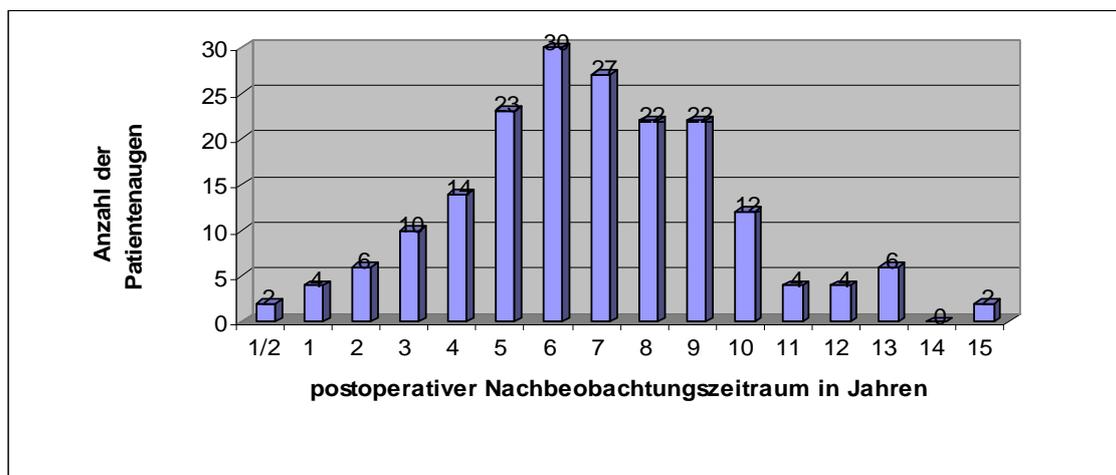


Diagramm 8: Postoperativer Nachbeobachtungszeitraum aller Glaukomaugen

6. Ergebnisse

6.1 Ergebnisse beim Normaldruckglaukom

6.1.1 Postoperatives Therapieverhalten

Bei den 18 Augen, die präoperativ ein Low-Tension-Glaukom aufwiesen, musste bei 5 Augen (27,78 %) die antiglaukomatöse Tropftherapie postoperativ beibehalten werden. Bei 13 Augen (72,22 %) konnte sofort postoperativ die präoperative Glaukomtherapie abgesetzt werden.

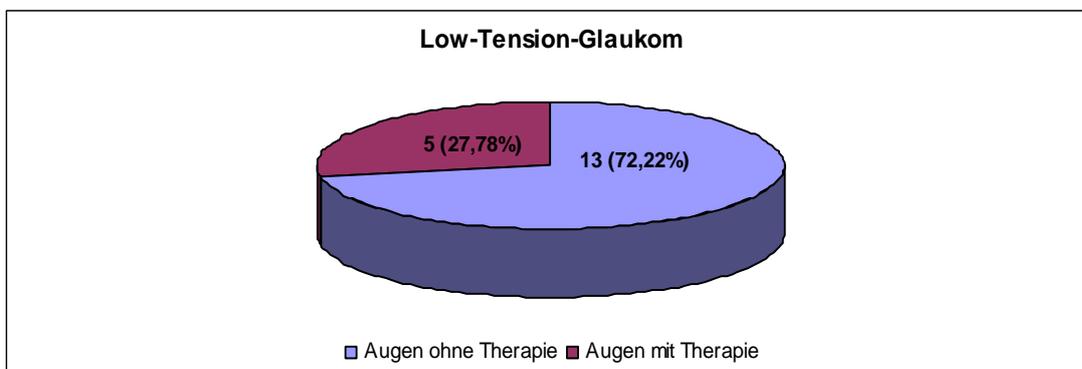


Diagramm 9: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am 1. postoperativen Tag

In 4 Fällen (22,22 % der 18 Augen mit Low-Tension-Glaukom) musste im weiteren postoperativen Beobachtungszeitraum wieder eine gleich hohe Therapie wie präoperativ angesetzt werden. Damit konnte bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes bei 9 Augen (50%) der Low-Tension-Glaukome auf eine postoperative antiglaukomatöse Therapie verzichtet werden.

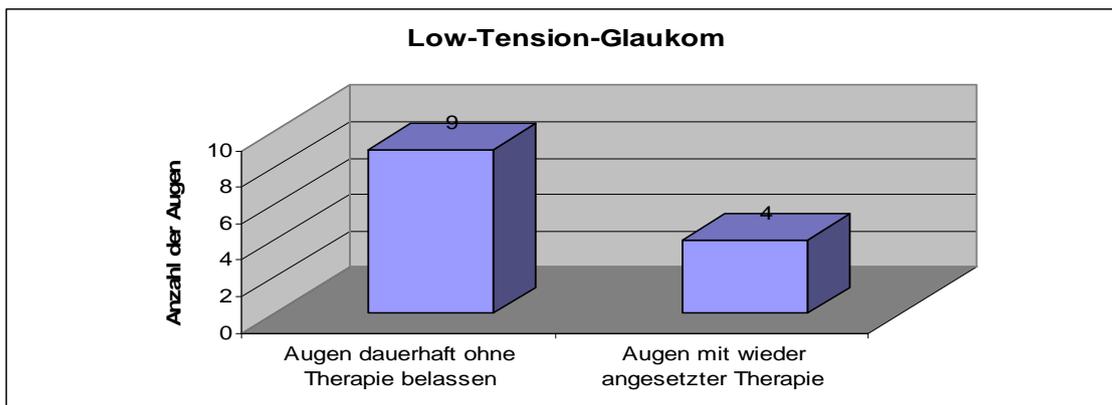


Diagramm 10: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw. die einer Glaukomtherapie zugeführt wurden

Von den 5 Augen bei denen direkt postoperativ eine antiglaukomatöse Therapie beibehalten werden musste, war die medikamentöse Therapie in 3 Fällen (16,67% von den 18 Augen) gleich hoch, in einem Fall (5,56% von den 18 Augen) niedriger und in einem Fall (5,65% von den 18 Augen) war die Therapie infolge eines Wirkstoffwechsels nicht vergleichbar.

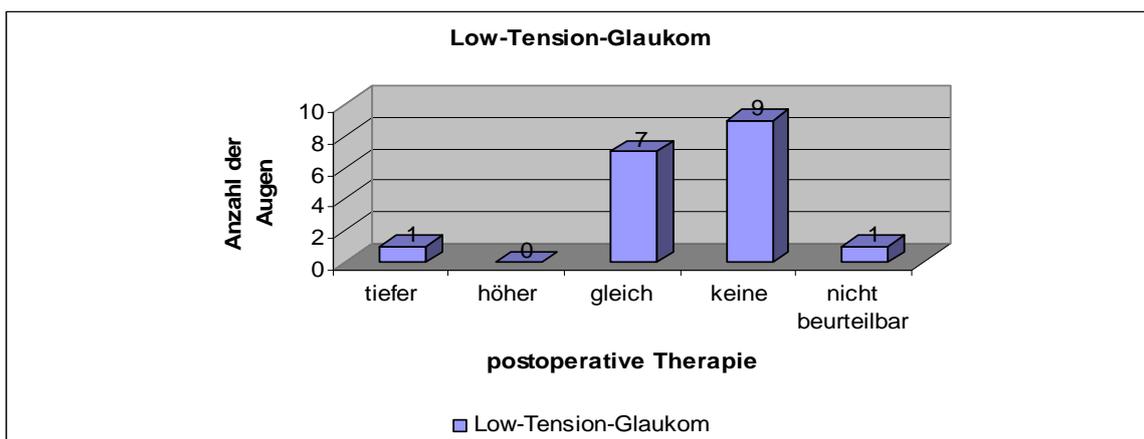


Diagramm 11: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit Low-Tension-Glaukom

Die durchschnittliche Zeitspanne bis zum Ansetzen einer Tropftherapie lag bei $935 \pm 184,9$ Tagen, der kürzeste Abschnitt ohne medikamentöse Therapie war 614 Tage und das längste Intervall betrug 1255 Tage.

6.1.2 Postoperatives Druckverhalten

Die durchschnittliche Drucksenkung von allen Augen mit Low-Tension-Glaukom lag bei $2,26 \pm 0,24$ mmHg (statistisch signifikant $p=0,000008919321$).

Die 9 Augen (50 % der 18 Augen mit Low-Tension-Glaukom), die postoperativ bis zum Ende des Beobachtungszeitraumes ohne Therapie auskamen, wiesen sogar einen Druckabfall von durchschnittlich $2,72 \pm 0,37$ mmHg auf.

Die 9 Augen (50 % der 18 Augen mit Low-Tension-Glaukom), die postoperativ wieder eine antiglaukomatöse Therapie angesetzt bekamen, zeigten einen durchschnittlichen Druckabfall von $1,81 \pm 0,49$ mmHg auf.

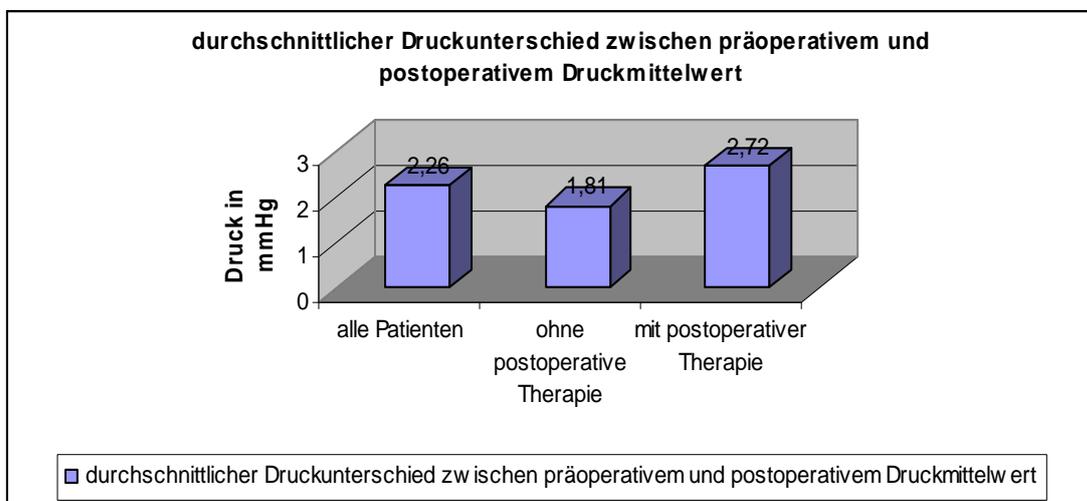


Diagramm 12: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit vom postoperativen Therapieverhalten

6.2 Ergebnisse beim primären Offenwinkelglaukom

6.2.1 Postoperatives Therapieverhalten

Von den 69 Augen mit primärem Offenwinkelglaukom wurde bei 16 Augen (23,19%) am ersten postoperativen Tag eine antiglaukomatöse Therapie beibehalten. Bei 53 Augen (76,81%) konnte die präoperativ bestehende antiglaukomatöse Medikation sofort am ersten postoperativen Tag abgesetzt werden.

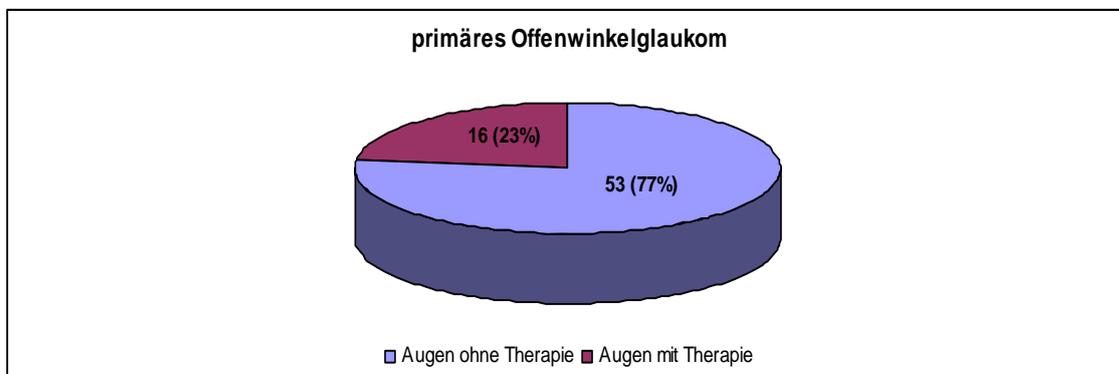


Diagramm 13: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am 1. postoperativen Tag

Von den 53 Augen, bei denen am ersten postoperativen Operationstag die Therapie abgesetzt wurde, musste bei 13 Augen (18,84%) eine antiglaukomatöse Therapie im späteren Verlauf wieder angesetzt werden.

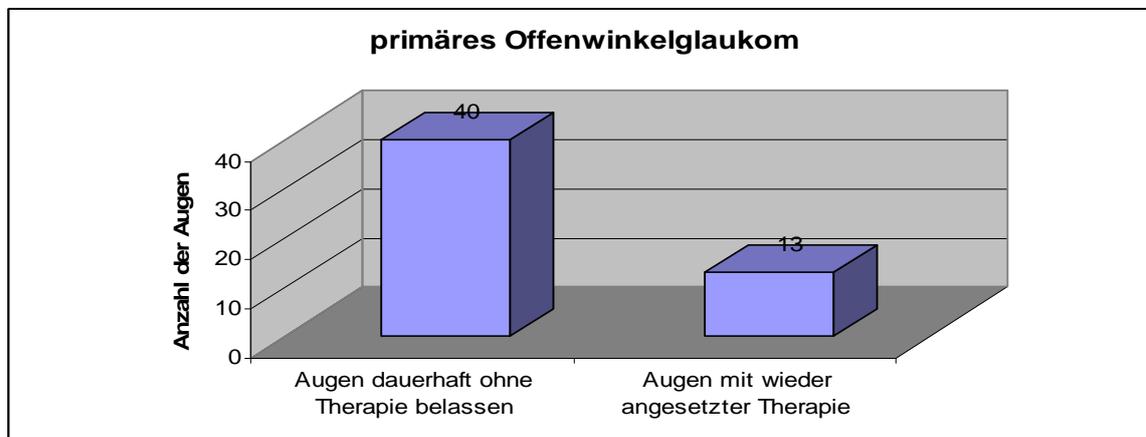


Diagramm 14: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw. die einer Glaukomtherapie zugeführt wurden

Damit blieben insgesamt 40 Augen (57,97 % aller Augen mit primärem Offenwinkelglaukom) bis zum Ende des Nachbeobachtungszeitraumes ohne drucksenkende Therapie.

Von den 13 Augen, die im postoperativen Verlauf einer Tropftherapie zugeführt werden mussten, erhielten 7 Augen (10,14 % aller Patientenaugen mit Offenwinkelglaukom) die gleiche Therapie, die sie bereits präoperativ benötigten. 6 Augen (8,7 % aller Patientenaugen mit Offenwinkelglaukom) kamen im Nachbeobachtungszeitraum mit einer niedrigeren Therapie aus. Bei keinem Auge musste die postoperative Therapie erhöht werden.

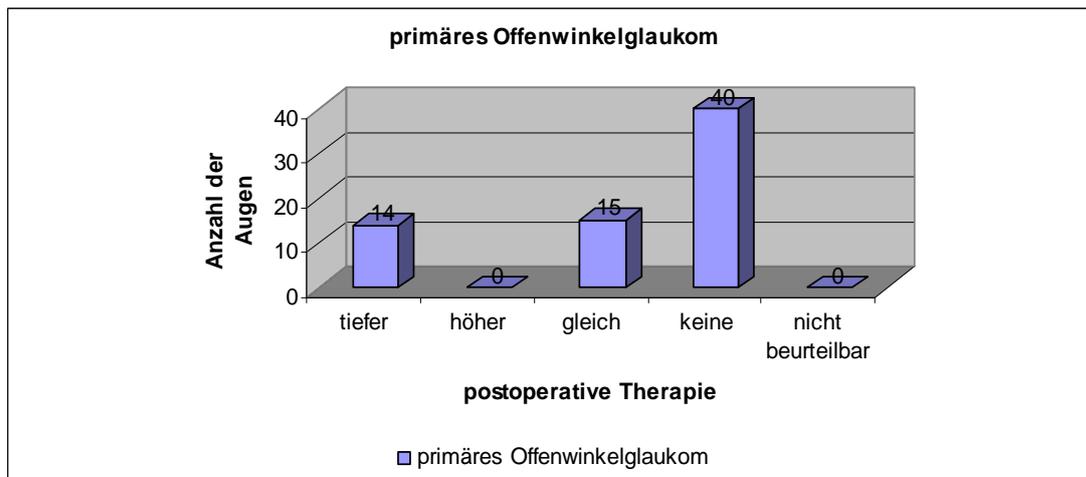


Diagramm 15: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit primärem Offenwinkelglaukom

Die durchschnittliche Zeitspanne bis zur erneuten Einleitung einer konservativen antiglaukomatösen Therapie betrug $461,62 \pm 132,29$ Tage. Das kürzeste Intervall lag bei 6 Tagen, das längste bei 1791 Tagen.

Augen, welche nach einem therapiefreien Intervall mit einer identischen Therapie behandelt wurden, benötigten durchschnittlich bis zum Beginn der Therapie $309 \pm 112,4$ Tage. Das kürzeste Intervall lag bei 6 Tagen und das längste bei 699 Tagen.

Augen, die nach postoperativer Therapiepause auf eine niedrigere Dosierung eingestellt wurden, waren durchschnittlich $639,5 \pm 248,12$ Tage ohne Therapie. Die kürzeste Zeitspanne betrug 119 Tage, die längste 1791 Tage.

6.2.2 Postoperatives Druckverhalten

Alle 69 Patientenaugen mit primärem Offenwinkelglaukom wiesen im gesamten Nachbeobachtungszeitraum eine durchschnittliche Drucksenkung von $3,26 \pm 0,28$ mmHg auf. Diese Drucksenkung war statistisch signifikant ($p=0,0000000000337736$).

Betrachtet man nur die 40 Glaukomaugen (57,97 % aller Augen mit primärem

Offenwinkelglaukom), die über den gesamten Nachbeobachtungszeitraum keine antiglaukomatöse Therapie erhielten, so betrug deren durchschnittliche Drucksenkung $3,71 \pm 0,41$ mmHg.

Von den 29 Augen (42,03 % aller Patientenaugen mit primärem Offenwinkelglaukom), die nach einem therapiefreien postoperativen Intervall erneut einer antiglaukomatösen Therapie zugeführt wurden, lag das durchschnittliche postoperative Druckniveau um $2,64 \pm 0,35$ mmHg niedriger als deren durchschnittliches präoperatives Druckniveau.

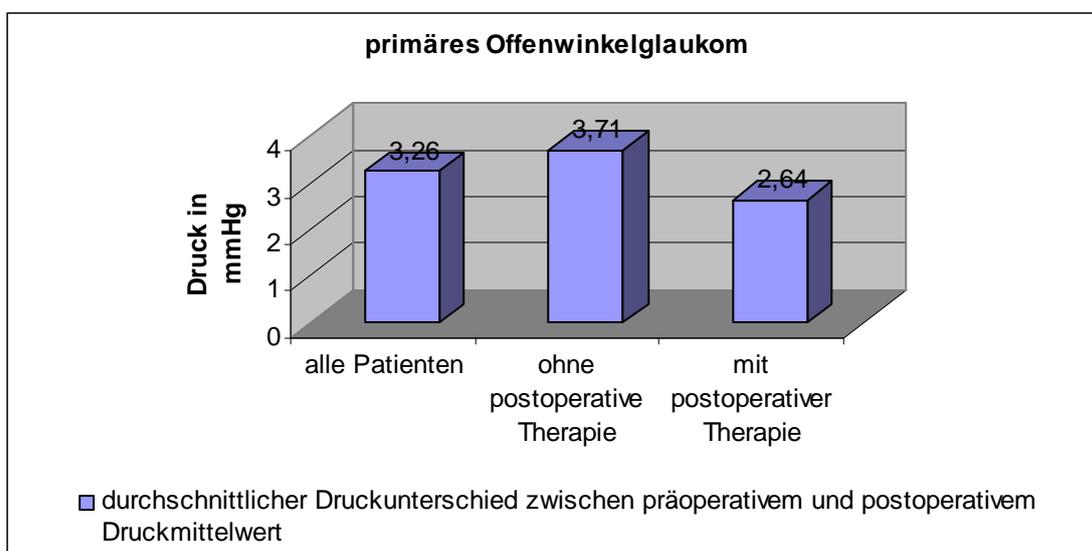


Diagramm 16: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit vom postoperativen Therapieverhalten

6.3 Ergebnisse beim Engwinkelglaukom

6.3.1 Postoperatives Therapieverhalten

Von den 83 Augen mit Engwinkelglaukom wurde in 67 Fällen (80,72 %) die antiglaukomatöse Therapie sofort postoperativ beendet und bei 16 Augen (19,28%) musste die Therapie beibehalten werden.

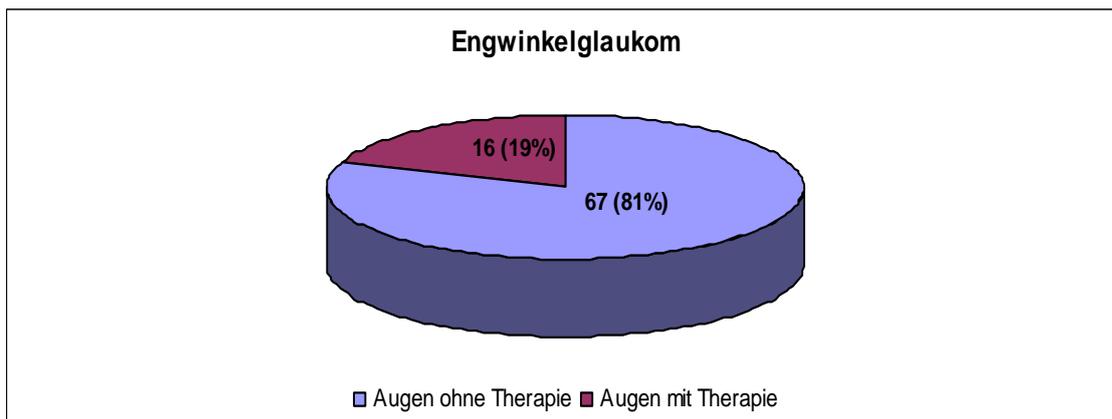


Diagramm 17: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am 1. postoperativen Tag

Bei nur 14 Augen (16,87 % aller Augen mit Engwinkelglaukom) musste die Therapie im weiteren Verlauf wieder angesetzt werden.

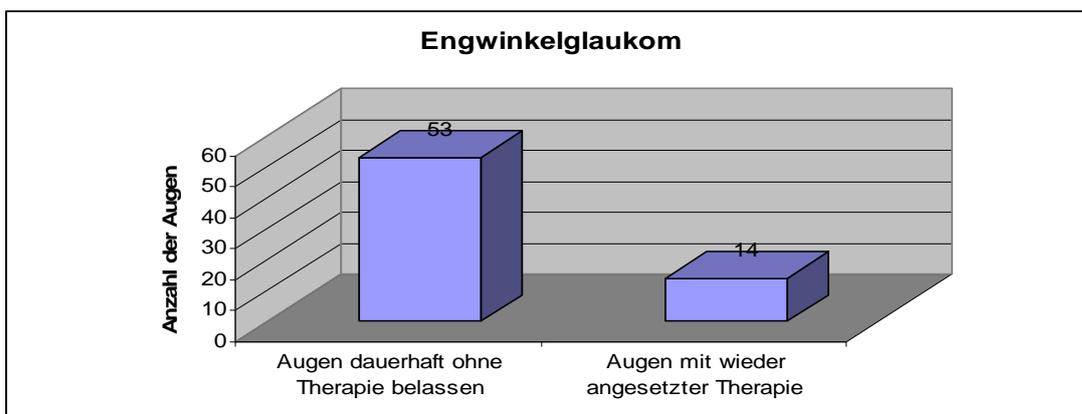


Diagramm 18: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw. die einer Glaukomtherapie zugeführt wurden

Von den 14 Augen erhielten 3 Augen (3,61% von den 83 Augen mit Engwinkelglaukom) eine identische Therapie wie präoperativ, 10 Augen (12,05 % von den 83 Augen mit Engwinkelglaukom) konnten mit einer

geringeren Therapie auskommen. In einem Fall (1,20% der 83 Augen) konnte die Höhe der Therapie nicht verglichen werden, da die Wirkstoffe ausgetauscht wurden.

Bei 16 Augen (19,28% der 83 Augen mit Engwinkelglaukom) wurde die Therapie postoperativ überhaupt nicht abgesetzt. Allerdings bekamen davon nur 3 Augen (3,61% der 83 Augen) die identische Therapie wie präoperativ. Dreizehn Augen (15,66 % der 83 Augen) konnten auf eine deutlich niedrigere Therapie eingestellt werden. Zu keinem Zeitpunkt musste in dieser Studie eine postoperative Therapie erhöht werden.

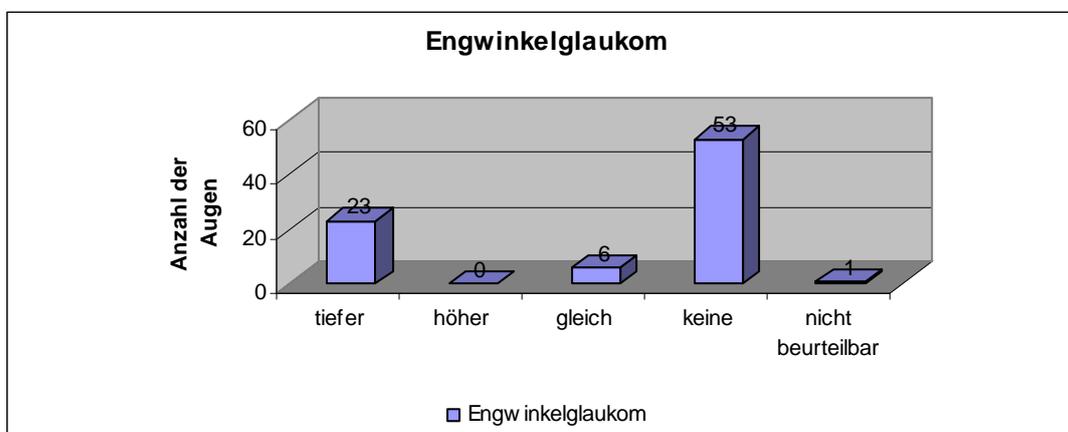


Diagramm 19: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit Engwinkelglaukom

Die durchschnittliche Zeitspanne bis zum Wiederansetzen einer antiglaukomatösen Tropftherapie betrug 9 ± 8 Tage. Das betraf 2 Patienten, denen postoperativ die Therapie erst abgesetzt wurde und die anschließend eine gleich hohe Medikation erhielten wie präoperativ. Das kürzeste Intervall lag bei einem Tag, das längste lag bei 17 Tagen.

Bei den Patienten, die nach einem therapiefreien Intervall auf eine niedrigere Medikation eingestellt wurden, betrug die Zeitspanne ohne Therapie im Durchschnitt $544,2 \pm 169,99$ Tage. Das kürzeste Intervall lag bei 46 Tagen und das längste bei 1532 Tagen.

6.3.2 Postoperatives Druckverhalten

Die durchschnittliche Drucksenkung bei allen 83 Augen mit Engwinkelglaukom lag bei $3,34 \pm 0,16$ mmHg (statistisch signifikant $p=0,00000000322498$).

Bei den 53 Augen mit Engwinkelglaukom, die nach der Phakoemulsifikation mit Einpflanzung einer Hinterkammerlinse keine weitere antiglaukomatöse Therapie bekamen, senkte sich der durchschnittliche Druck um $3,24 \pm 0,20$ mmHg.

Die 30 Augen (36,14% der 83 Augen mit Engwinkelglaukom), die postoperativ weiter therapiert wurden, wiesen eine durchschnittliche Drucksenkung von $3,53 \pm 0,28$ mmHg auf.

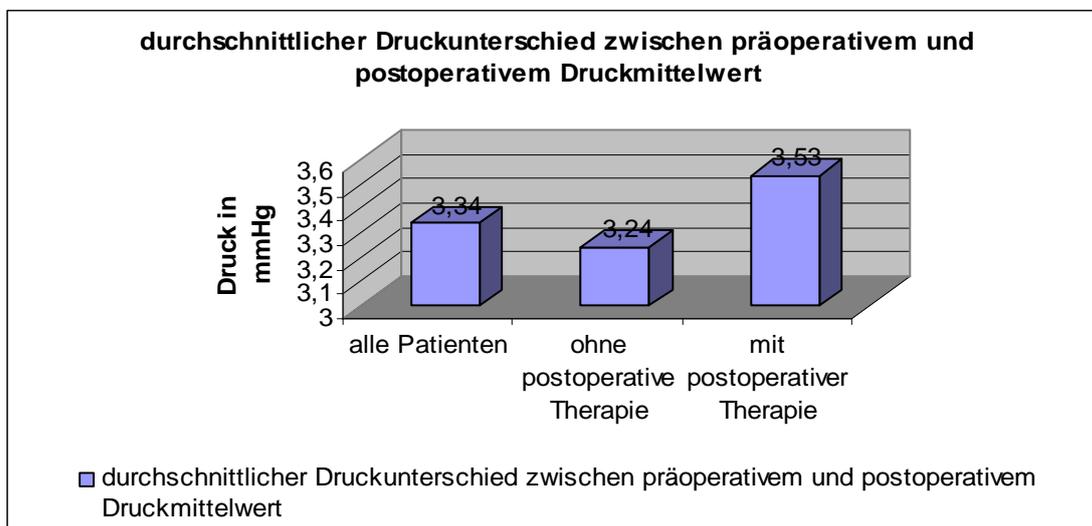


Diagramm 20: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit vom postoperativen Therapieverhalten

6.4 Ergebnisse beim Pseudoexfoliationsglaukom

6.4.1 Postoperatives Therapieverhalten

Beim Pseudoexfoliationsglaukom wurde von den 18 Augen bei 14 Augen (77,78 %) am ersten postoperativen Tag keine antiglaukomatöse Therapie angeordnet.

Bei 4 Augen (22,22 %) der 18 Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom wurde die

präoperative drucksenkende Therapie auch postoperativ identisch beibehalten.

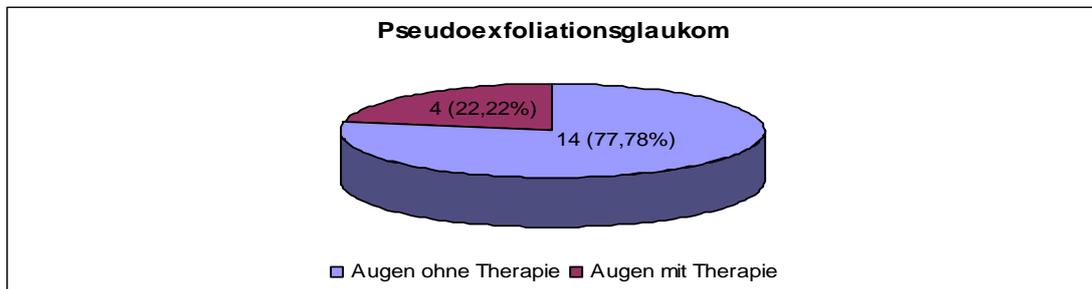


Diagramm 21: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am 1. postoperativen Tag

Drei (16,66 %) der 18 Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom denen am ersten postoperativen Tag keine antiglaukomatöse Therapie angesetzt wurde, mussten im weiteren Verlauf wieder einer antiglaukomatösen Therapie zugeführt werden.

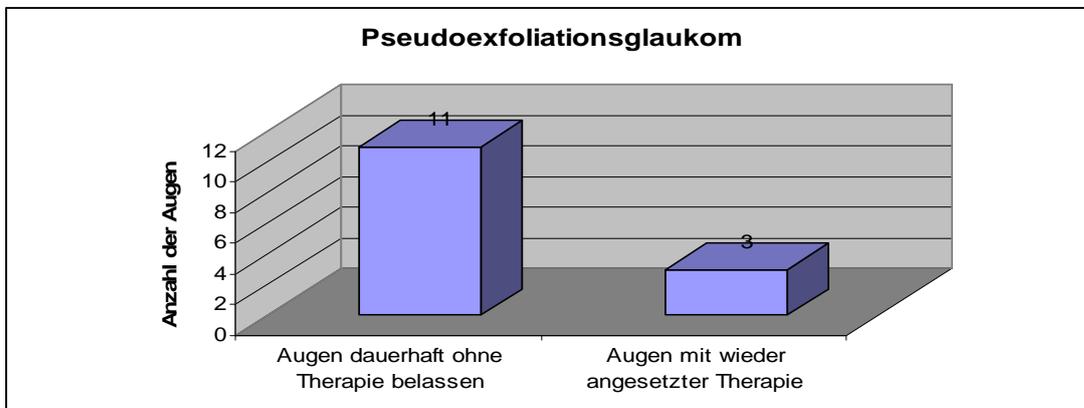


Diagramm 22: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw. die einer Glaukomtherapie zugeführt wurden

Von den 4 Augen (22,22 % aller Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom), die postoperativ sofort weiter tropften, hatten 2 Augen (11,11% der 18 Augen) eine gleich hohe und 2 Augen (11,11% der 18 Augen) eine niedrigere Therapie als präoperativ.

Die drei Augen (16,67 % aller Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom), die postoperativ eine Therapie angesetzt bekamen, hatten alle drei eine niedrigere postoperative Therapie als präoperativ.

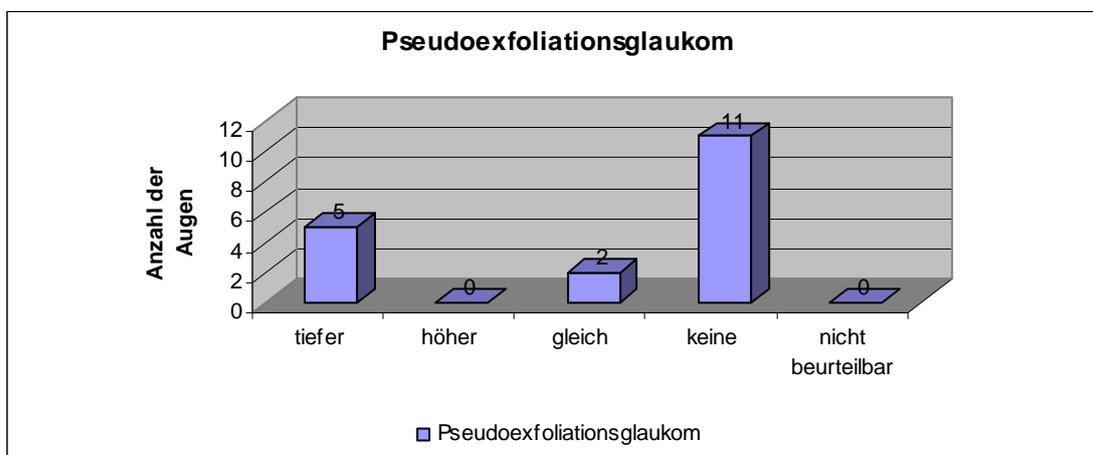


Diagramm 23: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom

6.4.2 Postoperatives Druckverhalten

Die durchschnittliche Drucksenkung der Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse an allen 18 Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom in dieser Studie betrug $2,28 \pm 0,20$ mmHg (statistisch signifikant $p=0,002201816$). Die 11 Augen (61,11% aller Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom), die dauerhaft ohne Therapie belassen werden konnten, hatten eine durchschnittliche Drucksenkung von $2,14 \pm 0,30$ mmHg.

Die 7 Augen (38,89% der 18 Augen), die postoperativ eine medikamentöse Therapie erhielten, wiesen einen postoperativen Druckabfall von durchschnittlich $2,5 \pm 0,19$ mmHg auf.

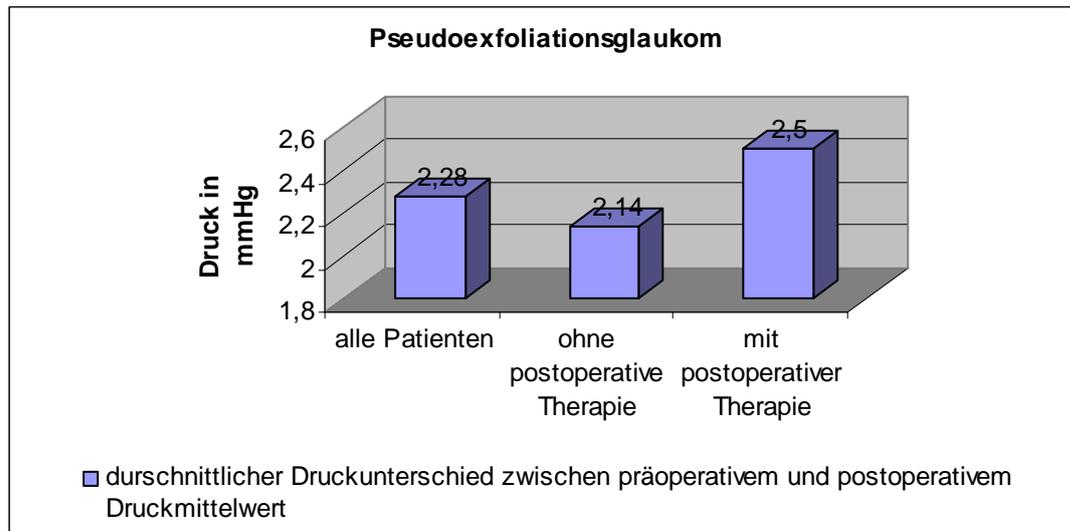


Diagramm 24: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit vom postoperativen Therapieverhalten

Die durchschnittliche Zeit bis zum Wiederansetzen der Behandlung betrug $476,67 \pm 231,46$ Tage, von 14 bis 721 Tagen.

7. Diskussion

Ein Glaukom und eine Katarakta treten oft in Kombination auf (12-15 %) und stellen eine häufige Indikation zur operativen Intervention dar. Die erste Glaukomoperation wurde 1857 von Albrecht von Graefe durchgeführt [87]. Von den zahlreichen angewendeten Glaukomoperationen haben die meisten einen guten und ausreichenden drucksenkenden Effekt. Die intraoperativen und postoperativen Früh- und Spät komplikationen dieser operativen Verfahren stellen aber noch immer ein großes Problem dar.

Ziel der Arbeit war es herauszufinden, ob durch die Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse bei Patienten mit unterschiedlichen Glaukomformen und gleichzeitig bestehender Katarakt ein ausreichend drucksenkender Effekt für alle Glaukomformen erreicht und dadurch die medikamentöse Therapie abgesetzt bzw. reduziert werden konnte.

Bei den Augen mit **Low-Tension-Glaukom** wurde in 27,78 % sofort postoperativ eine antiglaukomatöse Therapie fortgesetzt. Nach einem Jahr betrug der Anteil der behandelten Augen mit dieser Glaukomform 38,89 % und nach 3 Jahren bereits 50 %. In der Therapiehöhe gewann diese Gruppe am wenigsten vom drucksenkenden Effekt der Phakoemulsifikation. Acht Glaukomaugen mussten die gleiche Therapie wie präoperativ tropfen. Nur bei einem Auge konnte die Dosierung gesenkt werden. Die durchschnittliche postoperative Drucksenkung aller Augen lag bei 2,26 mmHg (statistisch signifikant $p=0,00008919321$). Bei denen ohne medikamentöse Therapie lag sie bei 2,72 mmHg und bei denen mit postoperativer antiglaukomatöser Therapie lag sie bei 1,81 mmHg. Auch wenn nach 3 Jahren bereits 50 % der Augen wieder fast unverändert getropft werden mussten, profitierten diese Augen ebenfalls durch die gute Senkung des postoperativen Druckniveaus nach der Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse. Zu bedenken ist weiterhin, dass es sich bei allen Augen mit Low-Tension-Glaukom um solche mit meist weit fortgeschrittenen Papillen- und Gesichtsfeldschäden handelt, deren Zieldruck ohnehin maximal 13 mmHg betrug. Damit war trotz guter Drucksenkung der erreichte Druck zur Stabilisierung des fortgeschrittenen

Glaukoms nicht ausreichend. Vorstellbar wäre auch, dass der nachbehandelnde Augenarzt jegliches Risiko einer postoperativen Drucksteigerung oder –schwankung vermeiden wollte.

Es konnte gezeigt werden, dass bei dem **primären Offenwinkelglaukom** in 23 % die antiglaukomatöse Therapie sofort postoperativ beibehalten werden musste. Nach einem Jahr mussten 30,43 % und nach 3 Jahren 42,03 % der Augen wieder medikamentös behandelt werden. Circa 48,28 % der medikamentös eingestellten Glaukomaugen konnten auf eine niedrigere postoperative Therapie eingestellt werden. Betrachtet man nur das postoperative Therapieverhalten, so ist festzustellen, dass fast 80 % der Patientenaugen mit primärem Offenwinkelglaukom von der alleinigen Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse profitierten. Circa 58 % mussten nach 3 Jahren noch nicht tropfen und 20,29 % kamen mit einer niedrigeren Dosierung ihrer antiglaukomatösen Medikation aus. Betrachtet man die durchschnittliche Drucksenkung dieser Gruppe, so betrug diese bei allen Augen mit primärem Offenwinkelglaukom postoperativ 3,26 mmHg (statistisch signifikant $p=0,000000000337736$). Bei der Gruppe ohne postoperative Therapie lag sie bei 3,71 mmHg und bei der Gruppe mit postoperativer Therapie bei 2,64 mmHg. Offenbar kommt es auch hier zu einer gewissen Erweiterung des Kammerwinkels und damit zu einem besseren Abfluss.

Es konnte gezeigt werden, dass beim **Engwinkelglaukom** die beste drucksenkende Wirkung erreicht wurde. So konnten bei dieser Glaukomform 80,72 % aller Augen sofort am ersten postoperativen Tag ohne antiglaukomatöse Therapie belassen werden. Nach einem Jahr waren noch 67,47% aller Augen mit präoperativem Engwinkelglaukom ohne Therapie. Dieser Anteil veränderte sich im weiteren Verlauf nur gering und erreichte nach 3 Jahren 63,86%. Diese Patientengruppe profitierte am meisten von dem drucksenkenden Effekt der Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse. Die durchschnittliche postoperative Drucksenkung aller Patienten mit präoperativem Engwinkelglaukom lag im gesamten Beobachtungszeitraum bei 3,34 mmHg (statistisch signifikant $p=0,00000000322498$). Die Drucksenkung bei der Gruppe, die durchgängig

ohne postoperative Therapie belassen wurde, lag bei 3,24 mmHg. Bei der Gruppe mit sofortiger und später wieder angesetzter postoperativer Therapie lag sie bei durchschnittlich 3,53 mmHg. Es könnte sein, dass die Drucksenkung bei der letzten Gruppe höher ausfiel, da die bis zur endgültigen Therapieeinstellung gemessenen Druckwerte mit in die Berechnung einfließen. Eine mögliche Ursache dafür, dass bei 4/5 aller Augen mit präoperativem Engwinkelglaukom postoperativ die Therapie zunächst weggelassen werden konnte, liegt wahrscheinlich darin, dass nach der Entfernung der meist sklerosierten und oft auch verdickten natürlichen Linse, diese durch eine wesentlich dünnere künstliche Linse ersetzt wurde. Das wieder führt zu einer Erweiterung des zuvor durch die dicke Linse verengten Kammerwinkels. Dass in 1/5 der Fälle die antiglaukomatöse Therapie sofort postoperativ fortgeführt wurde, könnte an der nicht ausreichenden Drucksenkung bei fortgeschrittenen Glaukomschäden (individueller Zieldruck trotz drucksenkendem Effekt durch die Phakoemulsifikation nicht erreicht) liegen. Dennoch profitierten auch diese Patienten von der alleinigen Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse, da 76,67% mit einer geringeren Therapie auskamen. Kein Auge musste zur Erreichung des Zieldruckes auf eine höhere antiglaukomatöse Therapie eingestellt werden. Die Augen mit Engwinkelglaukom wiesen in unserer Studie meist weniger ausgeprägte Papillen- und Gesichtsfeldschäden auf. Damit ist die Wahrscheinlichkeit, dass der nachbehandelnde Augenarzt einen Tropfen-Auslassversuch ohne Risiko für den Sehnervenkopf durchführen konnte, erheblich größer als das an Augen mit starken Glaukomschäden der Fall gewesen sein könnte.

Beim **Pseudoexfoliationsglaukom** wurde in 22,22 % aller Augen sofort postoperativ die präoperativ bestehende Therapie fortgeführt. In 77,78 % der Fälle (über $\frac{3}{4}$ der Patientenaugen) konnte die Therapie sofort postoperativ abgesetzt werden. Davon blieben 61,11 % dauerhaft ohne Therapie. Nach einem Jahr bekamen bereits 38,89% aller Patienten mit Pseudoexfoliationsglaukom wieder eine Therapie. Dieser Anteil war auch nach 3 Jahren noch stabil. Auch in dieser Gruppe kamen 71,43% aller medikamentös behandelten Augen mit einer geringeren Therapie aus, was sich bis zum 3. Jahr

der Nachbeobachtung nicht änderte. Die durchschnittliche Drucksenkung aller Augen mit Pseudoexfoliationsglaukom lag bei 2,28 mmHg (statistisch signifikant $p=0,002201816$). Bei denen ohne postoperative medikamentöse Therapie lag sie bei 2,14 mmHg und bei denen mit postoperativer antiglaukomatöser Therapie lag sie bei 2,50 mmHg. Die bessere Drucksenkung in der Gruppe mit antiglaukomatöser Therapie könnte daran liegen, dass erhöhte Druckwerte, die ohne Therapie gemessen wurden und zur Neueinstellung führten, in diese Berechnung einfließen. Dies liegt zum einen daran, dass wie bei jeder Operation der Kammerwinkel erweitert wird und zum anderen, dass das Pseudoexfoliationsmaterial durch die Phakoemulsifikation partiell ausgespült wird.

Urban et al. [105] verglichen in einer retrospektiven Studie die Auswirkung einer kombinierten Katarakt- Glaukomoperation mit einer zweizeitigen Operation (zuerst Trabekulektomie, dann Kataraktoperation) unter anderem hinsichtlich postoperativem Druck und Medikamentenanzahl. Auch sie stellten fest, dass mit beiden Verfahren knapp 30% der Patienten wieder einer antiglaukomatösen Therapie zugeführt werden mussten, was mit den Ergebnissen unserer Studie bei dem primären Offenwinkelglaukom und dem Engwinkelglaukom annähernd übereinstimmt. Berücksichtigt werden müssen allerdings auch die höheren Risiken bei diesen kombinierten Operationen.

In der Arbeit von Kownacki et al. [66] mussten bei 17 % der Augen, bei denen eine kombinierte Operation (Phakoemulsifikation mit Trabekulektomie) durchgeführt wurde, nach durchschnittlich 6,5 Monaten wieder eine antiglaukomatöse Medikation eingesetzt.

In der Studie von Heuring et al. [47] waren nach kombinierter Operation (Phakoemulsifikation mit Goniotripanation), ca. 3 Jahre postoperativ, 41 % der Patienten mit primärem Offenwinkelglaukom und 18,2 % mit Pseudoexfoliationsglaukom wieder medikamentös eingestellt. Die Ergebnisse beim primären Offenwinkelglaukom sind mit den Ergebnissen bei alleiniger Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse in unserer Studie durchaus vergleichbar. Nur beim Pseudoexfoliationsglaukom ist die Anzahl der

postoperativ wieder eingestellten Augen in unserer Studie fast doppelt so hoch als bei Heuring et al. beschrieben.

Unsere Untersuchungen regen zur Überlegung an, da bei allen Gruppen in über 50 % eine Drucksenkung erreicht wurde, bei einem Glaukom zunächst eine Kataraktoperation durchzuführen. Eine Glaukomoperation kann dann, falls erforderlich, noch zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden. Dies speziell auch unter dem Aspekt der heutigen Technik, die bei diesem Vorgehen ein gutes Ergebnis erwarten lässt. Eine ähnliche Meinung wird auch von anderen Autoren vertreten [10] [12] [45].

8. Zusammenfassung

Es ist bekannt, dass der intraokulare Druck ein wesentlicher pathogenetischer Faktor bei der Entstehung des Glaukomschadens ist. Da dieser Druck nicht immer ausreichend medikamentös zu senken ist, wurden zahlreiche operative Eingriffe entwickelt. Obwohl man noch vor wenigen Jahren der Meinung war, dass es sinnvoll sei, bei einer notwendigen Kataraktoperation diese zeitgleich mit einer fistulierenden Operation zu kombinieren, zeigt das Ergebnis dieser Arbeit, dass dies nur bei wenigen Glaukomarten überhaupt sinnvoll zu sein scheint.

Augen, die nur einer Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse unterzogen werden müssen, werden intraoperativ weniger traumatisiert und weisen weniger postoperative Komplikationen auf.

Aufgrund der Ergebnisse sollten Engwinkelglaukome mit einer fortgeschrittenen Katarakt primär nur einer Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse unterzogen werden. Der drucksenkende Effekt ist in den meisten Fällen auch ohne antiglaukomatöse Tropftherapie dauerhaft und ausreichend.

Bei primären Offenwinkelglaukomen sollten bei gleichzeitigem Vorliegen einer Linsentrübung zunächst nur eine Kataraktoperation durchgeführt werden. Bei weit fortgeschrittenen Papillen- und Gesichtsfeldschäden, wie sie in unserer Studie besonders häufig beim Offenwinkelglaukom und beim Low-Tension-Glaukom vorkamen, ist eine alleinige Phakoemulsifikation durchaus empfehlenswert. Allerdings käme bei diesen Augen auch eine kombinierte Operation in Betracht, da oft der individuelle Zieldruck zur Stabilisierung des Glaukoms nicht dauerhaft erreicht werden konnte.

Urban et al. waren ebenfalls der Meinung, dass bei gut eingestellten Glaukomen die alleinige Kataraktoperation durchgeführt werden sollte [105].

In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass durch die Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse der intraokulare Druck deutlich gesenkt und auch die postoperative antiglaukomatöse Therapie bei den verschiedenen Glaukomformen reduziert und zum Teil abgesetzt werden konnte. Am

deutlichsten waren diese therapeutischen Effekte beim Engwinkelglaukom. Aber auch beim primären Offenwinkelglaukom, dem Pseudoexfoliationsglaukom und selbst beim Low-Tension-Glaukom war die postoperative Drucksenkung statistisch signifikant. Diese Arbeit konnte nachweisen, dass man durch die alleinige Extraktion der getrübten Linse meistens eine für den Glaukompatienten ausreichende Drucksenkung erzielen kann. Sollten allerdings schon starke Glaukomschäden präoperativ bestehen, ist es empfehlenswert, im Falle einer Therapiepause, engmaschige Überwachung des postoperativen Druckverhaltens durchzuführen. Alternativ könnte gerade bei diesen stark geschädigten Augen die bestehende antiglaukomatöse Therapie beibehalten und erst bei postoperativen Werten unterhalb des individuellen Zieldruckes schrittweise reduziert werden.

9. Quellenverzeichnis alphabetisch

- [1] Arend KO, Redbrake C: Update prospektiver Glaukomstudien, Klin Monatsbl Augenheilkd 2005; 222: 807-813
- [2] Augustin AJ (2001) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, usw., 2. Auflage, S.291- 293
- [3] Augustin AJ (2001) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, usw., 2. Auflage, S. 1059-1062
- [4] Augustin AJ (2007) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, S. 717
- [5] Augustin AJ (2007) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, S. 718
- [6] Augustin AJ (2007) Augenheilkunde. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, S. 718- 719
- [7] Augustin AJ (2007) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, S. 718-722
- [8] Augustin AJ (2007) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, S. 724
- [9] Augustin AJ (2007) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, S. 724- 725
- [10] Augustin AJ (2007) Augenheilkunde, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 3. Auflage, S. 728
- [11] Bonafonte S, Muiños A, Martinez OM (1990) Ophthalmothek Taschenatlas Ophthalmologie, Stuttgart, Schwer Verlag, S. 82

-
- [12] Dietlein TS, Jordan J, Dinslage S, Lüke C, Krieglstein GK (2006) Frühe postoperative Augennendruckspitzen nach Phakoemulsifikation bei terminalen Glaukomen, Klin Monatsbl Augenheilkd 223; 225-229
- [13] Domke N, Hager A, Wiegand W (2006) Augennendruck und Hornhautdicke: Ein Vergleich zwischen Non- Contact- Tonometrie und Applanationstonometrie, Der Ophthalmologe 103:583- 587
- [14] Egetenmeier H, Spraul CW (2005) Ergebnisse der Phakoemulsifikation in der Lernphase. Klin Monatsbl Augenheilkd 222: 493-498
- [15] Freyler H (1984) Extrakapsuläre Kataraktextraktion mit Implantation von Hinterkammerlinsen. Klin Monatsbl Augenheilkd 185: 425- 428
- [16] Gareis O, Wagner P, Lang GK (1997) Ergebnisse nach kombinierter Phakoemulsifikation und Trabekulektomie über Tunnelschnitt und alleiniger Goniotripanation. Klin Monatsbl Augenheilkd 211:359-362
- [17] Gerl R (1997) Ambulante Operationen in der Augenheilkunde, Hippokrates, Stuttgart, S. 48
- [18] Gerl R (1997) Ambulante Operationen in der Augenheilkunde, Hippokrates, Stuttgart, S.76
- [19] Goldmann H, Schmidt T (1957) Über Applanationstonometrie, Ophthalmologica 134:221- 242
- [20] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 158
- [21] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 162- 165
- [22] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 164

-
- [23] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 164- 165
- [24] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 165
- [25] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 166- 167
- [26] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 168
- [27] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 169
- [28] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 173- 174
- [29] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 173- 175
- [30] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 176
- [31] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 326
- [32] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 327
- [33] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 327- 328
- [34] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 328

-
- [35] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 329
- [36] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 330
- [37] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 331- 333
- [38] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 333- 334
- [39] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 335
- [40] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 336- 339
- [41] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 337- 340
- [42] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 340
- [43] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 347- 349
- [44] Grehn F (2006) Augenheilkunde, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 29. Auflage, S. 348- 349
- [45] Grehn F (2005) Kombinierte Glaukom-Katarakt-Chirurgie - Entscheidungshilfen, Klin Monatsbl Augenheilkd 222
- [46] Grehn F (2008) Chirurgie des primären Offenwinkelglaukoms, Klin Monatsbl Augenheilkd 225: 30- 38

-
- [47] Heuring A, Hütz W, Eckhardt H (2001) Kombinierte Katarakt-Glaukom-Operation bei primärem chronischen Offenwinkelglaukom und Pseudoexfoliationsglaukom – eine retrospektive Analyse. Klin Monatsbl Augenheilkd 218; 535-541
- [48] Hitzl W, Hornykewycz , Grabner G, Reitsamer HA (2007) Über Zusammenhang zwischen Lebensalter und Prävalenz sowie Inzidenz des primären Offenwinkelglaukoms in der „Salzburg-Moorfields-Collaborative-Glaucoma“-Studie. Klin Monatsbl Augenheilkd 224: 115-119
- [49] Janknecht P (2005) Phakoemulsifikation kombiniert mit Zyklphotokoagulation. Klin Monatsbl Augenheilkd 222:717-720
- [50] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 11- 16
- [51] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 344
- [52] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 344- 345
- [53] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 380- 381
- [54] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 381
- [55] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 386- 388
- [56] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 388

-
- [57] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 388- 389
- [58] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 388- 391
- [59] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 396- 397
- [60] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 396- 398
- [61] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 398- 400
- [62] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 405- 407
- [63] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 431- 435
- [64] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 435- 439
- [65] Kanski JJ (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 439- 443
- [66] Kownacki J, Artaria L (2000) Phacotrabeulectomy without suturing, Intermediate results. Klin Monatsbl Augenheilkd 216: 250-255
- [67] Krieglstein GK (2008) Glaukom 2007 Die Papille beim Glaukom, Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 124
- [68] Krieglstein GK (2008) Glaukom 2007 Die Papille beim Glaukom, Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 124-127

- [69] Krieglstein GK (2008) Glaukom 2007 Die Papille beim Glaukom, Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 138- 139
- [70] Krieglstein GK (2008) Glaukom 2007 Die Papille beim Glaukom, Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 139- 140
- [71] Krieglstein GK (2008) Glaukom 2007 Die Papille beim Glaukom, Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 141
- [72] Lechner A, Martin H (1998) Ergebnisse der kombinierten Trabekulotomie mit Kataraktoperation und intraokularer Linsenimplantation. Klin Monatsbl Augenheilkd 212:275-277
- [73] Leitlinien vom Berufsverband der Augenärzte und der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft e.V. (2006), Leitlinie Nr. 15c Detektion des primären Offenwinkelglaukoms (POWG) Stand Oktober 2006, S. 3
- [74] Lütjen- Drecoll E, Kruse FE (2007) Primäres Offenwinkelglaukom: Morphologische Grundlagen zum Verständnis der Pathogenese und Wirkung antiglaukomatöser Substanzen. Der Ophthalmologe 104: 167- 179
- [75] Michelson G, Jünemann A, Hänel B, Naumann GOH (1995) Augeninnendruck nach filtrierender Operation oder kombinierter Filter-Katarakt-Operation, Klin Monatsbl Augenheilkd 206:451-455
- [76] Naji M, Naji F, Suran D, Gracner T, Kanic V, Pahor D (2008) Systemische Endotheldysfunktion bei Patienten mit Pseudoexfoliationssyndrom, Klin Monatsbl Augenheilkd 225: 963-967
- [77] Naumann GOH, Schlötzer- Schrehardt U, Küchle M (1998) Pseudoexfoliationssyndrome for the comprehensive ophthalmologist: intraocular and systemic manifestations, Ophthalmology 105:951- 968

-
- [78] Ober S, Reuscher A, Scharrer A, Wenzel M (2005) Zum derzeitigen Stand der Katarakt- und refraktiven Chirurgie: Ergebnisse der Umfrage 2004 von DGII, BVA und BDOC, Ophthalmologie 17: 311-316
- [79] Pache M (2007) Primäres Offenwinkelglaukom und Allgemeinerkrankungen, Der Ophthalmologe 104:431- 443
- [80] Pfeiffer N (2005) Glaukom und okuläre Hypertension, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 16- 17
- [81] Pfeiffer N (2005) Glaukom und okuläre Hypertension, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 31
- [82] Pfeiffer N (2005) Glaukom und okuläre Hypertension, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 34-35
- [83] Pfeiffer N (2005) Glaukom und okuläre Hypertension, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 35- 36
- [84] Pfeiffer N (2005) Glaukom und okuläre Hypertension, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 43- 44
- [85] Pfeiffer N (2005) Glaukom und okuläre Hypertension, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 43- 46
- [86] Pfeiffer N (2001) Glaukom: Grundlagen- Diagnostik- Therapie- Compliance, Thieme Verlag Stuttgart, S.62- 79
- [87] Pietruschka G (1982) Das Glaukom, VEB Georg Thieme Leipzig, 2. überarbeitete Auflage S. 9- 11
- [88] Quentin CD, Dittmer K, Lauritzen K, Langer F, Vogel M (2000) Kombinierte Glaukom- und Kataraktoperationen mit faltbarer Hinterkammerlinsenimplantation- Langzeitergebnisse und Komplikationen, Der Ophthalmologe 97:753-757

-
- [89] Ritch R (1996) Exfoliation syndrome; in Ritch R, Shields MB, Krupin T: The Glaucomas, St. Louis, Mosby, 2.Auflage, S. 993- 1022
- [90] Sachsenweger M (1994) Duale Reihe Augenheilkunde. Hippokrates, Stuttgart, S. 183
- [91] Sachsenweger, Matthias (1994) Duale Reihe Augenheilkunde. Hippokrates, Stuttgart, S. 209- 211
- [92] Sachsenweger M (1994) Duale Reihe Augenheilkunde. Hippokrates, Stuttgart, S. 210
- [93] Sachsenweger M (2003) Augenheilkunde, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 150
- [94] Sachsenweger M (2003) Augenheilkunde, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 151- 152
- [95] Sachsenweger M (2003) Augenheilkunde, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 154- 156
- [96] Sachsenweger M (2003) Augenheilkunde, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 159- 162
- [97] Sachsenweger, Matthias (2003) Augenheilkunde, Stuttgart- New York, Thieme Verlag, 2. Auflage, S. 166
- [98] Schulze Schwering M (2007) Globale Blindheit, Der Ophthalmologe; 104:845- 848
- [99] Schwenn O (2008) Der akute Winkelblock und das chronische Winkelblockglaukom, Z. prakt. Augenheilkd 29:209-217

-
- [100] Sharma T, Salmon JF (2007) Ten- year outcomes in newly diagnosed glaucoma patients: mortality and visual function. Br J Ophthalmol 91:1282- 1284
- [101] Straub W, Kroll P, Küchle HJ (1995) Augenärztliche Untersuchungsmethoden, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 2. Auflage, S. 81- 86
- [102] Straub W, Kroll P, Küchle HJ (1995) Augenärztliche Untersuchungsmethoden, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 2. Auflage, S. 413- 415
- [103] Tabelle 1: Kanski J (2008) Klinische Ophthalmologie Lehrbuch und Atlas, Elsevier GmbH München, 6. Auflage, S. 15- 16
- [104] Traverso C E et al. (2005) Direct costs of glaucoma and severity of disease: a multinational long term study of resource utilisation in Europe. Br J Ophthalmol 89: 1245-1249
- [105] Urban V, Mark T, Kammann M, Stürmer J (2000) Glaukom und Katarakt: Operation ein- oder zweizeitig? Klin. Monatsbl Augenheilkd 216:105-111
- [106] Von Eicken J, Kohlhaas M, Stodtmeister R, Höh H (2006) Die Rolle der Pachymetrie in der täglichen Glaukomdiagnostik, Klin Monatsbl Augenheilkd 223: 117-130
- [107] Wenzel M, Pham D, Scharrer A, Schayan K, Klasen J (2008) Derzeitiger Stand der ambulanten Intraokularchirurgie: Ergebnisse der Umfrage 2007 des BDOC, BVA und der DGII. Ophthalmo-Chirurgie 20: 137-146
- [108] Weßelmann, Wise JB, Witter SL (1979) Argon laser therapy for open- angle glaucoma. Arch Ophthalmol 97(2):319- 322
- [109] WHO. World Health Organization (2004) Magnitude and causes of visual impairment. WHO. World Health Organization
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>. Stand: 06.12.2009

- [110] Wiegand W, Schroeder B, Hager A (2005): Grundlagen der Applanationstonometrie. *Klin. Monatsbl Augenheilkd* 222:552- 557

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. med. Jochen Kammann zunächst für die Überlassung des Dissertationsthemas sowie die Ermutigung, neben meiner klinischen Tätigkeit diese Arbeit auch erstellen zu können.

Seine außerordentlich gute und hilfreiche Betreuung der Arbeit, bei welcher ich mich über die vielen wertvollen Hinweise, zahlreichen Ideen und die ständige Erreichbarkeit bei wichtigen Rückfragen, ist mir bei der Bewerkstelligung der Arbeit in den entscheidenden Phasen außerordentlich hilfreich gewesen.

Ich danke auch dem Praxisteam der Augenarztpraxis Dr. R. Krause, die mich in meiner Arbeit unterstützt haben.

Lebenslauf

Name: Daniel Krause
Geburtstag und –ort: 24.10.1980 in Berlin
Wohnort: 44287 Dortmund
Familienstand: ledig
Staatsangehörigkeit: deutsch
Konfession: keine
Eltern: Uwe Krause
Dr. Roswitha Krause
Geschwister: Stephan Krause

Schulbildung

1987 – 1991 4. Polytechnische Oberschule in Berlin
1991 - 2000 Gymnasium an der Schweizer Allee in Dortmund
05/2000 Abitur

Berufsausbildung:

10/2001 Studium der Humanmedizin an der Georg-August-
Universität Göttingen
03/2004 Physikum
02/2007 – 02/2008 Praktisches Jahr
06/2008 Zweiter Teil der Ärztlichen Prüfung nach neuer
Approbationsordnung
ab 09/2008 Assistenzarzt der Augenheilkunde

Dissertation

seit 04/2004

Thema: Einfluss der Phakoemulsifikation mit Implantation
einer Hinterkammerlinse auf das postoperative
Druck- und Therapieverhalten an Glaukomaugen mit
gleichzeitig bestehender Katarakt

Betreuer: Prof. Dr. med. Kammann,
Augenklinik des St. Johannes-Hospitals Dortmund

Eidesstattliche Erklärung

Eidesstattliche Erklärung:

„Ich, Daniel Krause, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: **Einfluss der Phakoemulsifikation mit Implantation einer Hinterkammerlinse auf das postoperative Druck- und Therapieverhalten an Glaukomaugen mit gleichzeitig bestehender Katarakt,** selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und ohne die unzulässige Hilfe Dritter verfasst habe.“

Daniel Krause

Anhang

Diagrammverzeichnis

- Diagramm 1: Anzahl der Glaukomaugen in Abhängigkeit von der Glaukomform
- Diagramm 2: Altersverteilung der Patienten beim Low-Tension-Glaukom
- Diagramm 3: Altersverteilung der Patienten beim primären
Offenwinkelglaukom
- Diagramm 4: Altersverteilung der Patienten beim Engwinkelglaukom
- Diagramm 5: Altersverteilung der Patienten beim Pseudoexfoliationsglaukom
- Diagramm 6: Geschlechtsverteilung der Patienten bei den verschiedenen
Glaukomformen
- Diagramm 7: Aufschlüsselung der Patientenaugen nach dem Operationsort
- Diagramm 8: Postoperativer Nachbeobachtungszeitraum aller Glaukomaugen
- Diagramm 9: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am
1. postoperativen Tag
- Diagramm 10: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne
drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren
Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw.
die einer Glaukomtherapie zugeführt wurden
- Diagramm 11: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit
Low-Tension-Glaukom
- Diagramm 12: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit
vom postoperativen Therapieverhalten
- Diagramm 13: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am
1. postoperativen Tag
- Diagramm 14: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne
drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren
Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw.
die einer Glaukomtherapie zugeführt wurden
- Diagramm 15: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit primärem
Offenwinkelglaukom
- Diagramm 16: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit
vom postoperativen Therapieverhalten

Diagramm 17: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am
1. postoperativen Tag

Diagramm 18: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne
drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren
Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw. die
einer Glaukomtherapie zugeführt wurden

Diagramm 19: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit
Engwinkelglaukom

Diagramm 20: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit
vom postoperativen Therapieverhalten

Diagramm 21: Anzahl der Patientenaugen mit und ohne Therapie am
1. postoperativen Tag

Diagramm 22: Patientenaugen, die am ersten postoperativen Tag ohne
drucksenkende Therapie belassen wurden und im späteren
Verlauf ohne antiglaukomatöse Therapie verblieben bzw. die
einer Glaukomtherapie zugeführt wurden

Diagramm 23: Postoperatives Therapieverhalten aller Augen mit
Pseudoexfoliationsglaukom

Diagramm 24: Durchschnittliche postoperative Drucksenkung in Abhängigkeit
vom postoperativen Therapieverhalten