

Aus der Augenklinik und Poliklinik
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Langzeitergebnisse nach Trabekulektomie – Komplikationen und
Revisionseingriffe in einem großen universitären Glaukomzentrum

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Zahnmedizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Ninja Teschmer
aus Hannover

Mainz, 2020

Wissenschaftlicher Vorstand:

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion:

08. Dezember 2020

Inhalt

Inhalt.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Zielstellung.....	1
2 Das Glaukom.....	3
2.1 Erblindungsursachen.....	3
2.2 Kosten.....	3
2.3 Anatomie.....	4
2.4 Glaukomdefinition.....	5
2.5 Klassifikation der Glaukome.....	6
2.6 Therapiemöglichkeiten.....	8
2.6.1 Antiglaukomatöse Medikamente.....	8
2.6.2 Lasertherapie.....	10
2.6.3 Chirurgie.....	11
2.6.3.1 Antimetaboliten.....	11
2.7 Komplikationen.....	12
2.7.1 Blutungen.....	13
2.7.2 Überschießende Filtration.....	13
2.7.3 Versagen der Fistulation.....	13
2.7.4 Abgekapseltes Filterkissens.....	14
2.7.5 Blebitis.....	14
2.7.6 Irisinkarzeration.....	14
2.8 Revisionseingriffe.....	14

Inhalt

2.8.1	Needling.....	14
2.8.2	Re- Trabekulektomie.....	15
2.9	Risikofaktoren.....	15
3	Material und Methode.....	16
3.1	Einschlusskriterien.....	16
3.2	Ausschlusskriterien.....	16
3.3	Datenerhebung.....	17
3.4	Statistische Auswertung	18
4	Ergebnisse	19
4.1	Allgemeines Patientenkollektiv	19
4.2	Alter	19
4.3	Glaukomdiagnosen.....	20
4.4	Präoperative Medikation	20
4.5	Pachymetrie	21
4.6	Intraokularer Druck.....	21
4.7	Voroperationen	22
4.8	Intraoperative Auffälligkeiten	23
4.9	Postoperative Komplikationen	24
4.10	5-FU	25
4.11	Suturolysen	26
4.12	Revisionen	26
4.12.1	Direkte Revisionen.....	27
4.12.2	Revisionen im 1. Monat	28
4.12.3	Revisionen im 1. Jahr	29
4.12.4	Revisionen innerhalb von 5 Jahren.....	30
4.13	Insgesamte Anzahl der Revisionen	31
4.14	Korrelationen.....	32
4.14.1	Kreuztabellen.....	32

Inhalt

4.14.2	Boxplots	36
5	Diskussion	40
5.1	Datenerhebung und statistische Auswertung	40
5.2	Studiengröße	41
5.3	Erfolgsdefinition	41
5.4	Ergebnisse	44
5.4.1	Alter	44
5.4.2	Präoperativer IOD	44
5.4.3	Antimetaboliten	45
5.4.4	Medikation.....	45
5.4.5	Diagnosen.....	46
5.4.6	Voroperationen	47
5.4.7	Komplikationen	48
5.4.8	Revisionen	49
5.4.9	Korrelationen.....	50
6	Zusammenfassung.....	52
	Literaturverzeichnis	VIII
	Lebenslauf.....	XI

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kammerwasserabfluss	4
Abbildung 2: Altersverteilung des Patientenkollektivs.....	19
Abbildung 3: Glaukomdiagnosen.....	20
Abbildung 4: Medikation	21
Abbildung 5: Verteilung des präoperativen interokulären Drucks	21
Abbildung 6: Häufigkeit der Voroperationen	22
Abbildung 7: Verteilung der unterschiedlichen Voroperationen	23
Abbildung 8: Häufigkeit intraoperativer Auffälligkeiten.....	23
Abbildung 9: Verteilung der unterschiedlichen intraoperativen Auffälligkeiten.....	24
Abbildung 10: Häufigkeit der Komplikationen	25
Abbildung 11: Verteilung der unterschiedlichen Komplikationen	25
Abbildung 12: Häufigkeit der Revisionen.....	27
Abbildung 13: Häufigkeit der direkten Revisionen	27
Abbildung 14: Differenzierung der direkten Revisionen.....	28
Abbildung 15: Häufigkeit der Revisionen im 1. Monat	28
Abbildung 16: Differenzierung der Revisionen im 1. Monat.....	28
Abbildung 17: Häufigkeit der Revisionen im 1. Jahr	29
Abbildung 18: Differenzierung der Revisionen im 1. Jahr.....	29
Abbildung 19: Häufigkeit der Revisionen innerhalb von 5 Jahren.....	30
Abbildung 20: Differenzierung der Revisionen innerhalb von 5 Jahren	30
Abbildung 21: Häufigkeiten von Revisionen	31
Abbildung 22: Boxplot Alter - Revisionen.....	36
Abbildung 23: Boxplot Alter - Komplikationen.....	37
Abbildung 24: Boxplot präoperativer IOD - Revisionen	38
Abbildung 25: Boxplot präoperativer IOD - Komplikationen.....	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gängige antiglaukomatöse Medikamente.....	9
Tabelle 2: Kreuztabelle Revisionen - Komplikationen.....	32
Tabelle 3: Kreuztabelle Geschlecht - Revisionen	33
Tabelle 4: Kreuztabelle Geschlecht - Komplikationen	33
Tabelle 5: Kreuztabelle Voroperationen - Komplikationen.....	34
Tabelle 6: Kreuztabellen Voroperationen - Revisionen.....	34
Tabelle 7: Revisionen in Abhängigkeit der Diagnose	35
Tabelle 8: Komplikationen in Abhängigkeit der Diagnose.....	35

Abkürzungsverzeichnis

5-FU	5-Fluorouracil
ALT	Argonlasertrabekuloplastik
COCO	Kontrollierte Zyklphotokoagulation
IOD	Intraokularer Druck
KI	Konfidenzintervall
MMC	Mitomycin C
PEX	Pseudoexfoliationsglaukom
POWG	Primäres Offenwinkelglaukom
SLT	Selektive Lasertrabekuloplastik
WHO	World Health Organization

1 Einleitung

Bei der Trabekulektomie handelt es sich um eine filtrierende Operation am Auge. Diese gilt als Standardoperation, um den Intraokularen Druck (IOD) zu senken. Sie wird als Therapie zur Behandlung eines Glaukoms angewandt [1, 2]. Als Glaukom wird eine heterogene Gruppe an Erkrankungen bezeichnet, die charakteristisch mit einer Schädigung des Sehnervs einhergehen. Diese Optikusneuropathie führt zu Gesichtsfeldausfällen und unbehandelt im weiteren Verlauf zur Erblindung [1].

Weltweit liegt das Glaukom laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) mit 8% an dritter Stelle der Erblindungsursachen [3]. In Deutschland liegt das Glaukom als Ursache für Blindheit mit 18% an zweiter Stelle [4]. Laut der EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY wird das Glaukom in westlichen Ländern insgesamt zu spät diagnostiziert [5].

Der wichtigste diagnostische Parameter ist der Intraokulare Druck (IOD). Der IOD wird durch das Zusammenspiel von Kammerwasserproduktion und Kammerwasserabfluss reguliert [1]. Von der Trabekulektomie wird meist erst im Anschluss an den Versuch, den IOD durch Medikamente oder nicht filtrierende Verfahren zu regulieren, Gebrauch gemacht. Aufgrund mangelnden Compliance des Patienten oder eines schlecht einstellbaren IOD kann die Trabekulektomie auch als Primärtherapie angewandt werden, ohne vorher weitere Therapieversuche zu unternehmen. [6]. Die primäre Indikation für eine Trabekulektomie ist bei einer Progression im Gesichtsfeld oder des Sehnervs gegeben. Das Ziel der Trabekulektomie ist die künstliche Fistelbildung und damit das Schaffen eines zusätzlichen Kammerwasserabflusses aus der Vorderkammer des Auges. Dabei wird der entstandene Fistelausgang von einem Skleralappen geschützt und das Kammerwasser durch ein darüber entstehendes Sickerkissen subkonjunktival abgeleitet [1, 5].

1.1 Zielstellung

Die vorliegende Dissertation soll Komplikationen und Revisionseingriffe nach der Trabekulektomie untersuchen und statistisch Zusammenhänge ermitteln. Dazu wurden Anzahl und Art der benötigten Revisionseingriffe und postoperativen Komplikationen identifiziert und untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen ihnen besteht. In einem zweiten Schritt wurden die Ergebnisse der bearbeiteten

Einleitung

Fragestellungen im Hinblick auf Korrelationen mit anderen Parametern, wie dem Alter, Geschlecht, präoperativer IOD und Voroperationen untersucht.

2 Das Glaukom

2.1 Erblindungsursachen

Laut WHO steht das Glaukom weltweit mit 8% an dritter Stelle der Hauptgründe von Erblindung. Häufiger sind nur die unbehandelte Katarakt mit 35% und die nicht korrigierte Fehlsichtigkeit mit 21% ursächlich für Erblindungen. Bei 2% der Fälle von mäßiger bis schwerer Sehbeeinträchtigung spielt das Glaukom eine Rolle [3]. Epidemiologisch gesehen liegt die Wahrscheinlichkeit, an einem Glaukom zu erkranken, mit einem Alter über 40 Jahren bei 2 % und bei über 80-Jährigen bereits bei 10% [1].

2015 waren weltweit circa 36 Millionen Menschen blind. Diese Zahl ist seit 1990 um 17,6% angestiegen. Der Anstieg kann unter anderem durch das Altern der Gesellschaft erklärt werden, denn die meisten Erkrankungen treten erst in höheren Lebensaltern auf [7]. Jedes Jahr erblinden 6,7 Millionen Menschen weltweit an einem Glaukom [6].

Um Werte für Deutschland zu erhalten, kann auf die Europazahlen der WHO zurückgegriffen werden. Es lässt sich errechnen, dass im Jahr 2002 circa 164.000 Menschen blind waren und etwa 1.066.000 Menschen als sehbehindert galten. Daraus resultiert ein Anstieg der Blinden von 9% und der Sehbehinderten von 80% im Vergleich zum Jahr 1990. Als Hauptursache der Erblindung gelten mit 50% die Makuladegeneration, das Glaukom mit 18%, die diabetische Retinopathie mit 17% und die Katarakt mit 5%. Bei den drei zuletzt genannten Ursachen, die zusammen 40% betragen, ist die Erblindung durch gezielte Therapien meist vermeidbar [4, 6]. In westlichen Ländern werden Glaukome im Krankheitsverlauf erst spät diagnostiziert [5].

2.2 Kosten

Bezogen auf die entstehenden Kosten der Behandlung eines Glaukoms ist eine Früherkennung von Bedeutung [8, 9]. Mit dem Schweregrad der Erkrankung steigen auch die Kosten der Behandlung an [9]. Medikamente stellen dabei einen hohen Anteil der Kosten und auch ein häufiger Wechsel der Behandlung lässt die Kosten steigen [10]. Ein Anstieg der Glaukomerkrankungen lässt sich bereits beobachten und eine weitere Steigerung wird erwartet [11]. Daher ist eine Früherkennung der

Erkrankung von besonderer Bedeutung, um hohe Kosten für das Gesundheitssystem zu vermeiden.

2.3 Anatomie

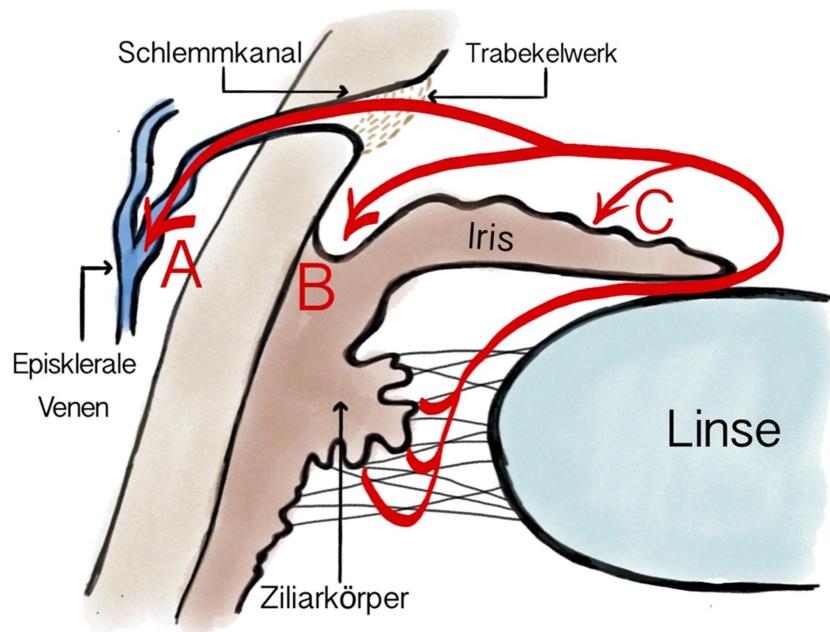


Abbildung 1: Kammerwasserabfluss

(A: Trabekulär B: Uveoskleral C: Iris; eigene Darstellung)

Die wichtigsten anatomischen Strukturen, die für die Entstehung eines Glaukoms eine Rolle spielen, sind die für die Kammerwasserproduktion sowie die Strukturen für dessen Abfluss. Denn der IOD spielt in der Glaukomdiagnostik eine zentrale Rolle und dieser wird durch etwa die 0,3 ml Kammerwasser pro Auge mitbestimmt [12].

Die Kammerwassersekretion findet in der Hinterkammer des Auges statt. Ungefähr 2,4 mm³ Kammerwasser pro Minute werden durch nicht pigmentiertes Ziliarepithel der Ziliarfortsätze produziert. Durch die Pupille fließt es in die Vorderkammer des Auges. Der Abfluss ist abhängig von Wassermenge und Druck. Aufgrund eines Druckgradienten zwischen Augeninnendruck (ca. 15mmHg) und Druck in den episkleralen Venen (ca. 9 mmHg) strömt das abfließende Kammerwasser in Richtung Kammerwinkel. Dabei muss jedoch an zwei Orten ein physiologischer Widerstand überwunden werden:

- Der Pupillarwiderstand zwischen Iris und Linse
- Der Trabekelwiderstand der engen Spalträume im Trabekelwerk .

Zwischen 85 und 90 Prozent des Kammerwassers fließen über die Spalten des Trabekelwerks (Fontana-Räume) ab. Dabei handelt es sich um eine siebartige Anordnung verschiedener Anteile an Maschenwerk, welche sich im Kammerwinkel befindet. Es endet im Schlemm Kanal (Sinus venosus sclerae), einem zirkulär verlaufenden Kanal in der Sklera. Von dort findet der Abfluss weiter in die episkleralen Venen statt. Die restlichen 10 bis 15 Prozent des Kammerwassers drainiert über den uveoskleralen Abflussweg. Dabei gelangt es über das uveosklerale Gefäßsystem und den suprachoroidalen Raum in den venösen Kreislauf. Ein vernachlässigbar kleiner Anteil des Kammerwassers fließt über die Iris ab. [1, 6, 12]

2.4 Glaukomdefinition

Bei Erwachsenen ist ein normaler IOD für ein funktionierendes optisches System erforderlich. Er sorgt unter anderem für eine glatte Wölbung der Hornhautoberfläche sowie das Anpressen der Photorezeptorzellen an das Pigmentepithel. Als Glaukom wird eine heterogene Gruppe aus Erkrankungen des Auges bezeichnet, bei denen dieser Druck erhöht sein kann und die charakteristisch mit einer Optikusneuropathie einhergehen. Diese kann sich in einem Visusverlust sowie Gesichtsfeldausfällen äußern. Der IOD ist daher ein wichtiger diagnostischer Parameter zur Risikoeinschätzung einer Glaukomerkrankung. Darüber hinaus kann ein endotheliale Leukozytenadhäsionsmolekül zum Nachweis eines Glaukoms herangezogen werden, dass durch eine Stressreaktion im Trabekelwerk ausgeschüttet wird. Dort, wo der Nervus opticus (Sehnerv) den Augapfel durch die Sclera verlässt, führt der erhöhte IOD zu biomechanischen Veränderungen der Lamina cribrosa. [1, 12, 13]

Ursächlich für den erhöhten IOD ist ein Hindernis, das den normalen Abfluss des Kammerwassers derart stört, dass entweder der Pupillar- oder der Trabekelwiderstand nicht überwunden werden kann. Für den IOD besteht kein pathologischer Grenzwert. Bereits 1958 definierte LEYDHECKER et al. (1958) den Normwert des IOD für den gesunden Erwachsenen auf $15 \pm 2,5$ mmHg. Später definierten KANSKI und BOWLING (2012) einen Normwert zwischen 11 und 21 mmHg, während die EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY (2017) von 15-16mmHg mit einer Abweichung von 3 mmHg ausgeht. Aufgrund dieser unterschiedlichen Definitionen des Normalwerts in der Literatur wird deutlich, dass der IOD nur ein diagnostischer Parameter unter weiteren für ein Glaukom sein kann und nicht allein zur Diagnose herangezogen werden sollte. Denn auch weit außerhalb der Norm können Glaukomschäden festgestellt werden. Grundsätzlich geht die Wissenschaft

davon aus, dass mit einem höheren IOD eine höhere Wahrscheinlichkeit besteht, an einem Glaukom zu erkranken. Eine Senkung des IOD ist das Ziel bei der Glaukombehandlung und hat auf den Verlauf von Glaukomschäden einen positiven Effekt. Dieser Einfluss des IOD wurde in der Literatur, beispielsweise bei der EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY (2017), DRANCE et al. (2001) und DE FENDI et al. (2013) erwähnt. [1, 12, 14-18]

2.5 Klassifikation der Glaukome

Glaukome werden grundsätzlich danach gruppiert, ob sie primär erscheinen oder mit einer anderen systemischen Krankheit assoziiert werden, also sekundär entstehen [6]. Darüber hinaus lassen sie sich je nach Hindernis, das den normalen Abfluss des Kammerwassers stört und so für den erhöhten IOD ursächlich ist, klassifizieren. Bei diesem Hindernis handelt es sich entweder um den Pupillar- oder den Trabekelwiderstand, der nicht überwunden werden kann [12].

Es entsteht demzufolge entweder

- Ein Pupillar- oder Winkelblockglaukom, bei dem Irisgewebe den Kammerwinkel verschließt, oder
- Ein Offenwinkelglaukom, bei dem der Abfluss durch das Trabekelwerk behindert ist. Bei einer Offenwinkelkomponente kann der Kammerwasserabfluss durch verschiedene Mechanismen verhindert werden. Prätrabekulär durch eine Membran über dem Trabekelmaschenwerk. Trabekulär kann etwa eine Verstopfung durch Pigmente, Narben oder Ödeme ursächlich sein. Posttrabekulär kann ein erhöhter episkleralen Venendruck den Abfluss des Kammerwassers verhindern. [1, 6]

Im Folgenden werden die häufigsten Glaukome kurz charakterisiert, um einen Überblick über die in der vorliegenden Dissertation betrachteten Erkrankungen zu ermöglichen. Zuerst werden dabei die primären Glaukome betrachtet.

- Die *okuläre Hypertension* ist über einen erhöhten IOD definiert, der jedoch ohne Glaukomschaden einhergeht. Sie tritt bei 4-7% der Bevölkerung ab dem 40. Lebensjahr auf und muss regelmäßig kontrolliert werden. Das Risiko, dass sich aus der okulären Hypertension ein Glaukom entwickelt, liegt bei 10% pro 5 Lebensjahre. [1, 6, 15]
- Das *Primäre Offenwinkelglaukom* (POWG) ist bei Menschen mit europäischer und afrikanischer Herkunft die weitaus häufigste Form des Glaukoms. Bei etwa 90% aller primären Glaukome handelt es sich um ein

Offenwinkelglaukom. Die Prävalenz steigt mit dem Alter an, Patienten sind selten jünger als 50 Jahre. Es handelt sich um eine chronische Form mit erhöhtem IOD im Verlauf der Krankheit. Der Kammerwinkel ist zwar offen, der Abfluss des Kammerwassers durch das Trabekelwerk ist jedoch behindert. Zunächst entstehen zentrale Gesichtsfeldausfälle. Die Progressionsrate variiert sehr stark, daher ist eine Prognose schwierig. Die Ursache sind hyaline Ablagerungen im Trabekelwerk. [1, 6, 15]

- Das *Normaldruckglaukom* wird durch einen unbehandelten IOD von unter 21 mmHg definiert. Es handelt sich um eine Variante des POWG, bei der es ebenfalls zu Pupillenschädigungen und Gesichtsfeldausfällen kommt. Das Normaldruckglaukom geht meist mit einer geringen Hornhautdicke einher. Die Patienten sind in der Regel älter als beim POWG. Das Normaldruckglaukom wird auch Niederdruckglaukom genannt. [1, 15]
- Das *Primäre Winkelblockglaukom* entsteht durch eine Verlegung des Trabekelmaschenwerks. Das Kammerwasser kann aufgrund des Pupillarblocks nicht in die Vorderkammer abfließen, weil Teile der Iris nach oben gedrückt werden. Es weist eine höhere Progressionsgeschwindigkeit auf als das POWG. Eine hohe Prävalenz für das Winkelblockglaukom liegt in Ostasien. In Europa liegt die Prävalenz bei 0,1 % bei den über 40 Jährigen. Eine weitere Bezeichnung lautet Engwinkelglaukom. Es tritt entweder primär durch anatomische Gegebenheiten oder sekundär als Folgen einer Augenerkrankung auf. [1, 15]

Als sekundäre Glaukome werden Glaukome bezeichnet, die mit einer anderen systemischen Krankheit assoziiert werden, also sekundär entstehen.

- Das *Pseudoexfoliationsglaukom* (PEX) ist eine okuläre Manifestation einer systemischen Erkrankung, des Pseudoexfoliationssyndroms. Es handelt sich um ein chronisches Offenwinkelglaukom, welches sich aus einem sekundären trabekulären Block entwickelt. Durch eine Genmutation wird fibrilläres Material aus Proteinkernen von anormalen Basalmembranen produziert, welche an vielen Stellen im Körper abgelagert werden. Die meisten Patienten sind über 60 Jahre alt. Es entsteht meist unilateral. Das PEX besitzt eine schlechtere Prognose als das POWG. Eine Behandlung mit der Lasertrabekuloplastik ist erfolgversprechend. [1, 15]

2.6 Therapiemöglichkeiten

Bei allen Therapiemöglichkeiten müssen zunächst individuell der allgemeine Gesundheitszustand des Patienten und dessen Präferenzen berücksichtigt werden. Ziel der Therapie ist es in erster Linie, den Abfluss des Kammerwassers zu verbessern oder seine Produktion zu verringern, um den IOD zu senken und das Fortschreiten weiterer Glaukomschäden zu verhindern. Bevor ein chirurgischer Eingriff am Auge erfolgt, wird zunächst versucht, den IOD mit antiglaukomatösen Medikamenten zu senken. Falls dabei eine Reaktion ausbleibt, kommen zunächst andere Medikamente zum Einsatz. Kommt es weiterhin zu einer Verschlechterung, bieten sich verschiedene operative Möglichkeiten an. Bei allen Therapien müssen die Patienten durch ein regelmäßiges Follow-Up begleitet werden, um Verschlechterungen frühzeitig zu erkennen und entsprechend handeln zu können. Im folgenden Abschnitt werden die Therapiemethoden erläutert. [1, 5]

2.6.1 Antiglaukomatöse Medikamente

Grundsätzliche Zielsetzung einer antiglaukomatösen Medikation ist die Senkung des IOD. Dies gelingt einerseits durch eine Verminderung der Kammerwasserproduktion oder andererseits durch eine Erhöhung des Kammerwasserabflusses. Die meisten Medikamente werden in Form von Augentropfen lokal appliziert. Eine Indikation liegt vor, wenn die Wahrscheinlichkeit für einen entstehenden Glaukomschaden besteht. Die Auswahl ist abhängig vom Glaukomtyp sowie der allgemeinen Anamnese des Patienten. Darüber hinaus müssen Nebenwirkungen, wie beispielsweise Reizungen der Augen, beachtet werden. Die Therapie mit antiglaukomatösen Augentropfen beginnt meist als Monotherapie mit einem Präparat. Nach Wechsel der Präparate bei ausbleibender Wirkung wird auf eine Mehrfach-Therapie umgestellt. Die folgende Tabelle listet die gängigen Medikamente auf. [1, 5, 6]

Arzneigruppe/ Wirkstoff	Medikamente	Wirkweise	Kombination mit
Beta-Blocker	Timolol	Blockade Beta 2 Rezeptoren im Ziliarepithel, Herabsetzen der Kammerwasserproduktion	Prostaglandin-analoga, Alpha-2-Agonisten, Carboanhydrase-hemmer
Alpha-2-Agonisten	Brimonidin	Verstärkung des uveoskleralen Kammerwasserabflusses	Beta-Blocker
Prostaglandin-analoga	Lantaprost, Bimatoprost, Tafluprost	imitieren natürliches Prostanoid, oder wirken am FP-Prostanoid-Rezeptor, Verstärken den Kammerwasserabfluss	Beta-Blocker
lokale Carboanhydrase-hemmer	Dorzolamid, Brinzolamid	chemisch mit Sulfonamiden verwandt, Hemmung der Kammerwassersekretion	Beta-Blocker
Miotika	Pilocarpin	Kontraktion des Ziliarmuskels, Erhöhung des Kammerwasserabflusses	Beta-Blocker

Tabelle 1: Gängige antiglaukomatöse Medikamente

Zu zwei Arzneigruppen sind ergänzend zur Tabelle folgende, besondere Anmerkungen zu machen:

1. Beta-Blocker zeichnen sich durch eine Tachyphylaxie aus, welche eine nachlassende Reaktion des Organismus bedeutet. Somit nimmt der IOD-senkende Effekt mit der Zeit ab.
2. Alpha-2-Agonisten sind bei Kindern kontraindiziert, da Sie die Blut-Hirn-Schranke passieren.

Neben all diesen Präparaten sind auch Kombinationspräparate auf dem Markt verfügbar, die in ihrer Summe wirken. Für den Patienten vereinfacht sich die Handhabung, daher kann eine erhöhte Compliance des Patienten erwartet werden [1].

2.6.2 Lasertherapie

Falls zunächst eine Operation aufgrund des Alters des Patienten oder einer schlechten Prognose vermieden werden soll, wird eine Lasertherapie angewendet. Eine weitere Indikation für eine Lasertherapie ist die Unverträglichkeit oder Unwirksamkeit lokaler Medikamente. Darüber hinaus stellen Patienten, die im Umgang mit dem Medikament nicht compliant sind, eine Indikation dar. Ein sehr hoher IOD ist mit dem Laser nicht regulierbar, eine Senkung von mehr als 30% ist nur sehr selten möglich. Die verschiedenen Lasermöglichkeiten werden im Folgenden benannt. [1, 5]

- Bei der *Argonlasertrabekuloplastik* (ALT) erfolgt eine Applikation von Argon-Laserstrahlen in kontinuierlichen Wellen auf das Trabekelwerk, mit dem Ziel, den Kammerwasserabfluss zu erhöhen und in der Folge den IOD zu senken. Er wird beim POWG eingesetzt. Unter Anästhesie wird über ein Gonioskop der Kammerwinkel eingesehen. Mit dem Zielstrahl werden auf die Verbindung von pigmentiertem und nicht pigmentiertem Trabekelwerk in regelmäßigem Abstand Laserherde in der Größe von 50 Mikrometer appliziert. Das Hauptziel besteht darin, einen sicheren IOD zu erreichen. Die antiglaukomatösen Medikamente können jedoch meist nicht komplett abgesetzt werden. [1, 5]
- Die *Selektive Lasertrabekuloplastik* (SLT) erfolgt mit einem Nd:YAG Laser (Neodym-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat Laser) auf 532 nm frequenzverdoppelt. Dabei wird selektiv auf das Melaninpigment in den Zellen gezielt und die nicht pigmentierten Strukturen bleiben unversehrt. Die Laserpunktgröße ist 400 Mikrometer groß. Die Effektivität in der IOD Senkung liegt genauso wie beim ALT bei einer Reduktion von 20-25%. [1, 5]
- Die *Kontrollierte Zyklphotokoagulation* (COCO) erfolgt mit einem Diodenlaser mit einer Wellenlänge von 810 Nanometer oder einem Argonlaser und sorgt für eine Zerstörung des sekretorischen Ziliarepithels. Dadurch nimmt die Kammerwassersekretion ab und in Folge auch der IOD. Diese Therapie ist häufig mehrfach anzuwenden und wirkt gut schmerzlindernd. [1, 5]
- Bei der *Laseriridoplastik* wird die periphere Iris durch Kontraktion aus der Kammerwinkelbucht gezogen, weshalb es zu einer Erweiterung des Kammerwinkels kommt. Es folgen ein erhöhter Kammerwasserabfluss und eine Senkung des IOD. [1]

2.6.3 Chirurgie

Indikationen, die für eine Operation sprechen, sind im Allgemeinen eine Allergie oder Unwirksamkeit gegenüber Medikamenten, ein unzureichendes Wirken der Lasertherapie oder eine weit fortgeschrittene Erkrankung. Um im Vorfeld der Operation ein reizfreies Auge zu erhalten, werden die Augentropfen abgesetzt und systemische Carboanhydrasehemmer eingesetzt. Es lässt sich feststellen, dass der IOD nach einer Operation signifikant sinkt und weniger fluktuiert. Die Operationsmethode der Trabekulektomie wird im Folgenden kurz erläutert.

Bei der *Trabekulektomie* handelt es sich um die häufigste Operation zur Behandlung eines Glaukoms. Nach BLECHA et al (2014) handelt es sich um „eine Standardoperation zur Senkung des Augeninnendrucks“ [2]. Das Ziel ist die Fistelbildung und damit das Schaffen eines zusätzlichen Kammerwasserabflusses aus der Vorderkammer des Auges. Dabei wird ein Skleralappen präpariert und darunter eine Öffnung geschaffen, um den Kammerwasserabfluss über den Deckel unter die Bindehaut zu ermöglichen. Nach dem Verengen der Pupille erfolgt das Legen einer Zügelnaht durch den Musculus rectus superior. Es folgt die Präparation eines limbus- oder fornixbasierten Bindehautlappens. Nach dem Einlegen eines mit 3 Tropfen Mitomycin C getränkten Merocelschwämmchens wird dieses wieder entfernt und ausgespült. Danach erfolgt die Deckelpräparation, schließlich die eigentliche Trabekulektomie mit Iridektomie. Der Skleralappen wird daraufhin wieder mit 4 Sklerafäden fixiert. Durch Flüssigkeitsgabe in die Vorderkammer wird überprüft, ob der Skleradekel adäquat Flüssigkeit durchlässt. Außerdem wird ein Glukokortikoid unter die Bindehaut appliziert, um postoperative Infektionen zu verhindern. Anschließend an die Operation werden steroidhaltige und antibiotische Augentropfen verabreicht. [1, 5]

Das *Filterkissen* ist ein charakteristisches Zeichen der filtrierenden Operation. Es handelt sich um eine Bindehautanhebung im Operationsbereich [19]. Die Ränder dieser Anhebung entstehen durch eine Adhäsion der Konjunktiva mit der darunterliegenden Sklera und Episklera [20].

2.6.3.1 Antimetaboliten

In der filtrierenden Chirurgie werden *Antimetaboliten* genutzt, da eine Hemmung der natürlichen Heilung benötigt wird, um einen Kammerwasserabfluss zu gewährleisten. Sie sind mit Vorsicht zu verwenden, da das Risiko für Hornhauterosionen, Entzündungen oder spätere Hypotonie erhöht ist, jedoch konnten sie in

Langzeitergebnissen den IOD verbessern. Sie können entweder bereits intraoperativ eingesetzt oder erst postoperativ appliziert werden. [5, 6]

Die DNA-Synthese der Zellen wird durch *5-Fluorouracil* (5-FU) verhindert. Dadurch wird die Fibroblastenproliferation gehemmt. Auf die Fibroblastenbildung und –migration hat 5-FU keinen Einfluss. Es kann intraoperativ verwendet werden. An der Universitätsmedizin in Mainz wird 5-FU, gemäß der Empfehlungen der EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY, postoperativ verwendet. Dabei werden 0,1 ml subkonjunktival injiziert und je nach Bedarf wiederholt. [1, 5]

Bei *Mitomycin C* (MMC) handelt es sich um einen alkylierenden Wirkstoff, welcher die DNA-Replikation, die Mitose und die Proteinsynthese der Zellen hemmt. Dadurch wiederum wird die Proliferation der Fibroblasten gehemmt. Es handelt sich um einen potenteren Wirkstoff als 5-FU. KASHIWAGI et al. (2016) schreiben, dass es sich bei der Trabekulektomie in Verbindung mit MMC um die beliebteste Glaukomoperation weltweit handelt. An der Universitätsmedizin in Mainz wird MMC standardmäßig intraoperativ verwendet. Auch dabei wird sich an den Empfehlungen der EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY orientiert. Für die genaue Applikation wird ein in MMC getränktes Schwämmchen unterhalb des Skleralappens direkt an der Filtrationsstelle platziert. Die Konzentration von MMC sollte zwischen 0,1 und 0,5 mg/ml liegen und die Applikationszeit zwischen einer und fünf Minuten betragen. Anschließend sollte mit NaCl-Lösung nachgespült werden. [1, 5, 21]

Die meisten Glaukomoperationen werden bevorzugt mit MMC durchgeführt [21, 22]. PALANCA-CAPISTRANO et al. (2009) konnten jedoch keinen signifikanten Unterschied in der IOD Reduktion zwischen dem intraoperativen Gebrauch von MMC und 5-FU feststellen [23].

2.7 Komplikationen

Wie bei jedem operativen Eingriff kann es auch bei der Trabekulektomie zu Komplikationen während und nach der Operation kommen. Durch postoperative Medikamentengabe und turnusmäßige Kontrollen des IOD, sowie ein regelmäßiges Follow-up können Komplikationen rechtzeitig erkannt werden. Durch gezielte Behandlungen und eventuelle Revisionseingriffe kann dann ein Fortschreiten des Glaukomschadens verhindert werden [19]. In der Literatur lassen sich verschieden Angaben zu den Häufigkeiten von Komplikationen und Revisionseingriffen finden. KASHIWAGI et al. (2016) berichten in ihrer Studie, die 694 Augen japanischen

Patienten umfasst, von einer postoperative Komplikationsrate von 14,3%, intraoperative Komplikationen von 1,8%, sowie eine Revisionsrate von 9,7% [21].

2.7.1 Blutungen

Zu einer Blutung kann es durch Verletzung verschiedener anatomischer Strukturen kommen. Eine oberflächliche Blutung kann durch eine Kauterisation gestoppt werden, größere Verletzungen müssen durch Deckungen geschlossen werden. Bei Patienten mit Medikamenteneinnahme von Antikoaganzien sowie bei Patienten mit einer bekannten Gerinnungsstörung ist besondere Vorsicht geboten [19].

2.7.2 Überschießende Filtration

Durch eine Skleradeckelleckage kann es zu einer überschießenden Filtration kommen. In der Folge fließt mehr Kammerwasser ab. Dadurch kommt es zu einer starken Senkung des IOD und einer Hypotonie des Auges [1, 24]. Als Therapie wird initial Atropin verabreicht und der IOD beobachtet. Weiter kann durch mechanische Kompression, zum Beispiel in Form einer weichen Kontaktlinse auf die Wunde, die überschießende Filtration gestoppt werden. Definitive Therapie wäre dann in einer erneuten Operation die Fadennachlegung am Skleradeckel. [1, 19]

Nach JONESCU-CUYPERS und SEITZ (2009) ist „bei deutlicher Vorderkammerabflachung oder Aderhautabhebung mit Hypotonie [...] eine chirurgische Intervention notwendig“ [19]. FUNK J (1997) beschreibt, dass eine Hypotonie, nach einer Trabekulektomie mit MMC, einerseits „auf einen verstärkten Kammerwasserabfluss als auch auf eine verminderte Kammerwasserproduktion zurückzuführen ist“ [25]. Diese verminderte Produktion des Kammerwassers wird durch eine toxische Reaktion von appliziertem MMC an den Ziliarkörpern hervorgerufen [25].

Wenn die Hypotonie persistiert, ist die Gefahr einer hypotonen Makulopathie gegeben [19, 24]. Um dies zu vermeiden sollte einen Revisionseingriff frühzeitig durchgeführt werden, falls anderen Maßnahmen erfolglos geblieben sind [19].

2.7.3 Versagen der Fistulation

Durch ein Versagen der Fistulation kommt es zu einem erneuten Anstieg des IOD. In diesem Fall erscheint das Sickerkissen flach oder vaskularisiert. Das Versagen kann extraskleral durch eine Fibrose oder auch skleral durch zu feste Nähte ausgelöst werden. Selten ist das Problem intraokular zu finden. Dieser Komplikation wird

vorbeugend postoperativ der Antimetabolit 5-FU circa 10 Millimeter entfernt vom Sickerkissen injiziert. Als initiale Therapie wird die Bulbusmassage verwendet, um den Abfluss des Kammerwassers zu fördern. Weiter werden mittels Argonlaser-Suturolyse Nähte gelöst. [1, 19]

Das Versagen der Filterfunktion des Filterkissens kann auch noch nach einem Zeitraum von über zwei Jahren nach der Operation auftreten. Daher ist ein sorgfältiges Follow-up notwendig [26].

2.7.4 Abgekapseltes Filterkissens

Beim abgekapselten Filterkissen handelt sich um eine sogenannte Tenonzyste, welche durch ein kuppelförmiges auftretendes Filterkissen charakterisiert wird. Laut JONESCU-CUYPERS und SEITZ(2009) entsteht diese bei 10 bis 15% der Patienten [19]. Die Filterkisseninsuffizienz kann durch die postoperative Injektion von Antimetaboliten wie 5-FU abgeschwächt werden [19]. Laut FILI et al. (2018) entsteht eine Tenonzyste „durch kondensiertes Bindegewebe, das eine undurchlässige Wand gegenüber dem Kammerwasser bildet“ [27].

2.7.5 Blebitis

Bei der Blebitis handelt es sich um eine Infektion des Filterkissens [1]. Diese entsteht durch eine bakterielle Durchwanderung. Gerade bei Filterkissen mit dünnen Wänden tritt dies häufig auf. Daher kommen Antibiotika prophylaktisch zum Einsatz [19].

2.7.6 Irisinkarzeration

Eine Irisinkarzeration ist eine seltene Komplikation, bei der es zu einem Prolaps der Iris kommt [19].

2.8 Revisionseingriffe

Wenn Komplikationen nicht in den Griff zu bekommen sind, ist eine erneute Operation unumgänglich. Auch ein erneuter Anstieg des IOD ist eine Indikation für einen Revisionseingriff.

2.8.1 Needling

Die Methode des Needling wird verwendet, wenn nach der Trabekulektomie keine Senkung des IOD eintritt. Dabei wird bei einer erneuten Operation in Lokalanästhesie eine Punktion des Sickerkissens vorgenommen [1]. Bei einer Tenonzyste ist das

Needling erste Wahl für einen Revisionseingriff. Es kann während des Needlings eine Substanz zur Hemmung der Vernarbung appliziert werden [19]. Bevor aggressivere Operationen zur Revision durchgeführt werden, sollte das Needling in Betracht gezogen werden [20]. Es gilt als besonders schonende Behandlung [28].

2.8.2 Re- Trabekulektomie

Kann weder durch das Needling noch durch weitere Interventionen eine Verbesserung erreicht werden, wird die Trabekulektomie wiederholt. Dazu wird die Re-Trabekulektomie an einer anderen Stelle durchgeführt [19].

2.9 Risikofaktoren

In verschiedenen Studien werden für ein Scheitern der Operation unterschiedliche Risikofaktoren genannt. Die am häufigsten genannten Faktoren sind dabei das Alter, der Glaukomtyp, die präoperative Medikation, Voroperationen am Auge, prä- und postoperative Komplikationen und ein hoher IOD [21].

3 Material und Methode

Im Vorfeld dieser Dissertation sind alle Patienten identifiziert worden, welche sich im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis zum 31. Dezember 2015 in der Augenklinik der Universitätsmedizin in Mainz einer Trabekulektomie unterzogen haben. Die Datenerhebung ist retrospektiv unter Nutzung der Enterprise-Resource-Planning-Software SAP (SAP AG, Walldorf, Deutschland) erfolgt. Die Patientenakten sind anhand bestimmter Ein- und Ausschlusskriterien ausgesucht und durchgearbeitet worden. Letztendlich sind insgesamt 811 operierte Augen in die Studie einbezogen worden.

3.1 Einschlusskriterien

Als Einschlusskriterien werden Merkmale bezeichnet, die ein Patient aufweisen muss, um in einer Studie berücksichtigt zu werden. Anhand der Einschlusskriterien kann das Patientenkollektiv beschrieben werden. Für die vorliegende Dissertation gelten die folgenden Einschlusskriterien:

- Operationsmethode: Patienten, die sich einer primären Trabekulektomie unterzogen haben.
- Zeitraum: Die Trabekulektomie muss im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis 31. Dezember 2015 stattgefunden haben.
- Glaukomdiagnose: Es sind alle Diagnosen berücksichtigt worden.
- Alter: Patienten allen Alters sind berücksichtigt worden.
- Geschlecht: Es sind sowohl weibliche als auch männliche Patienten berücksichtigt worden.

3.2 Ausschlusskriterien

Das Gegenteil der Einschlusskriterien sind die Ausschlusskriterien. Sie definieren individuelle Voraussetzungen, welche einen Patient für eine Teilnahme an einer Studie disqualifizieren. Für die vorliegende Dissertation gelten die folgenden Ausschlusskriterien:

- Patientenakte: Ein unvollständiger oder nicht nachvollziehbarer Datensatz führt zum Ausschluss der Patienten.

- Augen: Pro Patient ist lediglich das erste operierte Auge im benannten Zeitraum berücksichtigt worden. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Wahrscheinlichkeit für erneute Komplikationen bei einer Operation des zweiten Auges erhöht ist, wenn es bereits bei der Operation des ersten Auges zu Komplikationen kam. Dieser Ausschluss erfolgt, um das Ergebnis nicht zu verfälschen. Da in der vorliegenden Dissertation Komplikationen und Revisionseingriffe untersucht werden, würden Patienten so doppelt berücksichtigt.

3.3 Datenerhebung

Im Vorfeld dieser Dissertation sind alle Patienten identifiziert worden, welche sich im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis zum 31. Dezember 2015 in der Augenklinik der Universitätsmedizin in Mainz einer Trabekulektomie unterzogen haben. Die Datenerhebung ist retrospektiv erfolgt. Die Suche der Patientendaten erfolgte primär über das Datenbanksystem SAP (SAP AG, Walldorf, Deutschland). Darüber hinaus sind nicht digitalisierte Krankenakten aus dem Archiv berücksichtigt. Die Patientenakten sind anhand der oben beschriebenen Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt worden. Die Daten, der auf diese Weise identifizierten Patienten, sind in einer Tabelle der Software Excel Version 2010 anonymisiert zusammengefasst. Insgesamt sind 811 operierte Augen in der Studie aufgenommen worden. Um die Fragestellungen der vorliegenden Dissertation beantworten zu können, sind die folgenden Parameter für jeden Patienten berücksichtigt worden:

- Alter zum Zeitpunkt der Operation
- Geschlecht
- Primäre Glaukom Diagnose
- IOD vor der Trabekulektomie
- Voroperationen am Auge der Trabekulektomie
- Komplikationen
 - während der Operation
 - nach der Operation
- Revisionen
 - direkt nach der Operation
 - bis zu einem Monat nach der Operation
 - Zweiter bis 12. Monat nach der Operation
 - 13. bis 60. Monat nach der Operation

- Anzahl der Suturelysen postoperativ
- Anzahl der applizierten 5-FU Injektionen

3.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten ist mit Hilfe der Statistik- und Analyse-Software SPSS Version 23 von IBM erfolgt. Dazu sind die zuvor gesammelten Daten für jeden Parameter dichotomisiert in das Programm eingefügt worden. Anschließend erfolgte in verschiedenen Tests ein Vergleich der Daten. Aus den dichotomisierten Daten können absolute Häufigkeiten berechnet werden. Diese werden in Diagrammen grafisch aufbereitet, um die Verteilungen anschaulich darzustellen. Alle Daten werden deskriptiv erläutert.

In einem weiteren Schritt werden Daten miteinander verglichen, um Korrelationen zwischen patientenbezogenen Faktoren und dem Entstehen von Komplikationen oder benötigten Revisionen zu erkennen. Dazu werden kategoriale Daten miteinander in Kreuztabellen verglichen. Um binäre Daten mit stetigen Daten vergleichen zu können, werden Boxplots erstellt. Diese werden gruppiert betrachtet.

4 Ergebnisse

Zur besseren Übersicht sind die Ergebnisse in den Tortendiagrammen gerundet. Im Text werden die auf eine Nachkommastelle gerundeten Ergebnisse genannt.

4.1 Allgemeines Patientenkollektiv

Insgesamt sind in der vorliegenden Studie n=811 Patienten berücksichtigt. Bei 107 Patienten wurde das zweite Auge auch im Laufe der Jahre 2013 bis 2015 operiert, welche jedoch, wie bereits beschrieben, aus den Auswertungen ausgeschlossen worden sind. Im Jahr 2013 haben n=238 (29,3%) Primäroperationen stattgefunden, n=278 (34,3%) Primäroperationen im Jahr 2014 und im Jahr 2015 n=295 (36,4%) Primäroperationen. Die Trabekulektomie wird in diesem Fall als Primäroperation angesehen. Es ist n=388 (47,8%) mal das rechte und n=423 (52,2%) mal das linke Auge operiert worden. Bei der Geschlechtsverteilung zeigt sich ein Verhältnis von n=400 (49,3%) weiblichen Patienten zu n=411 (50,7%) männlichen Patienten.

4.2 Alter

Die Altersspanne der Patienten reicht von 20 bis 92 Jahren, mit einem Mittelwert bei 66,75 Jahren und einem Median von 68 Jahren. Die Standardabweichung liegt bei 11,218 Jahren. Die mittleren 50% der Patienten sind zwischen 60 und 75 Jahre alt. In Abbildung 2 wird die Altersverteilung veranschaulicht.

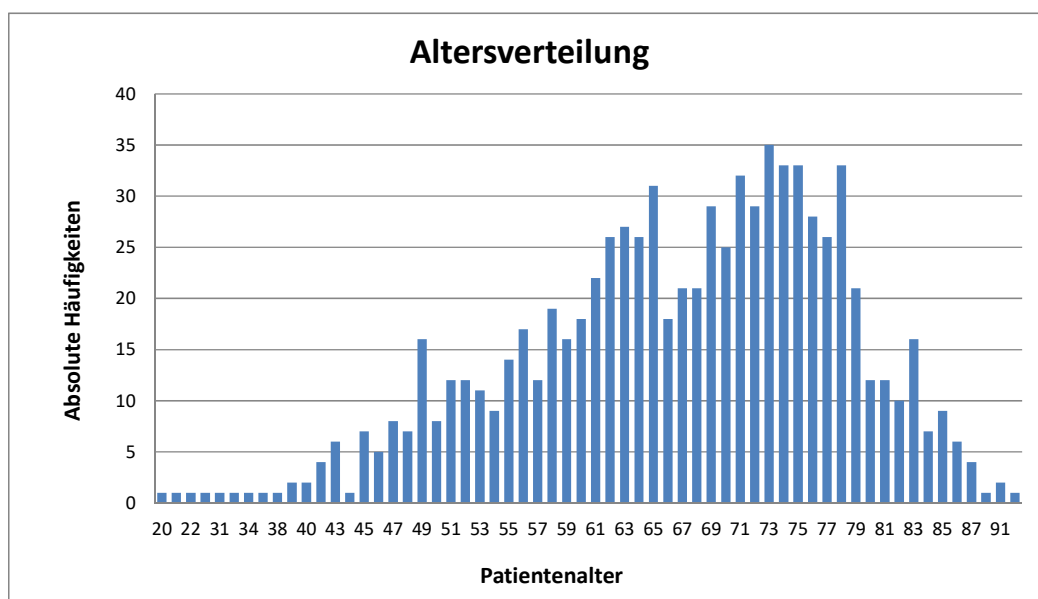


Abbildung 2: Altersverteilung des Patientenkollektivs

4.3 Glaukomdiagnosen

Die häufigsten Glaukomdiagnosen, die zuvor bei den Patienten gestellt wurden, sind wie folgt verteilt: Mit n=521 (64,2%) Fällen ist das primäre Offenwinkelglaukom (POWG) das am häufigsten diagnostizierte Glaukom in dieser Auswertung. Gefolgt vom Pseudoexfoliationsglaukom (PEX) mit n=139 (17,1%) und dem Normaldruckglaukom mit n= 59 (7,3%) Fällen. Sekundäre Glaukome, die aufgrund anderer Allgemeinerkrankungen auftreten sind, sind in n=34 (4,2%) Fällen dokumentiert. Das Pigmentdispersionsglaukom ist in n=22 (2,7%) Fällen diagnostiziert worden. Unter Sonstiges werden alle Fälle zusammengefasst, die sich unterhalb von 1,5% befinden. Dazu zählen unter anderem das spätjuvenile Glaukom, die okuläre Hypertension und das Engwinkelglaukom.

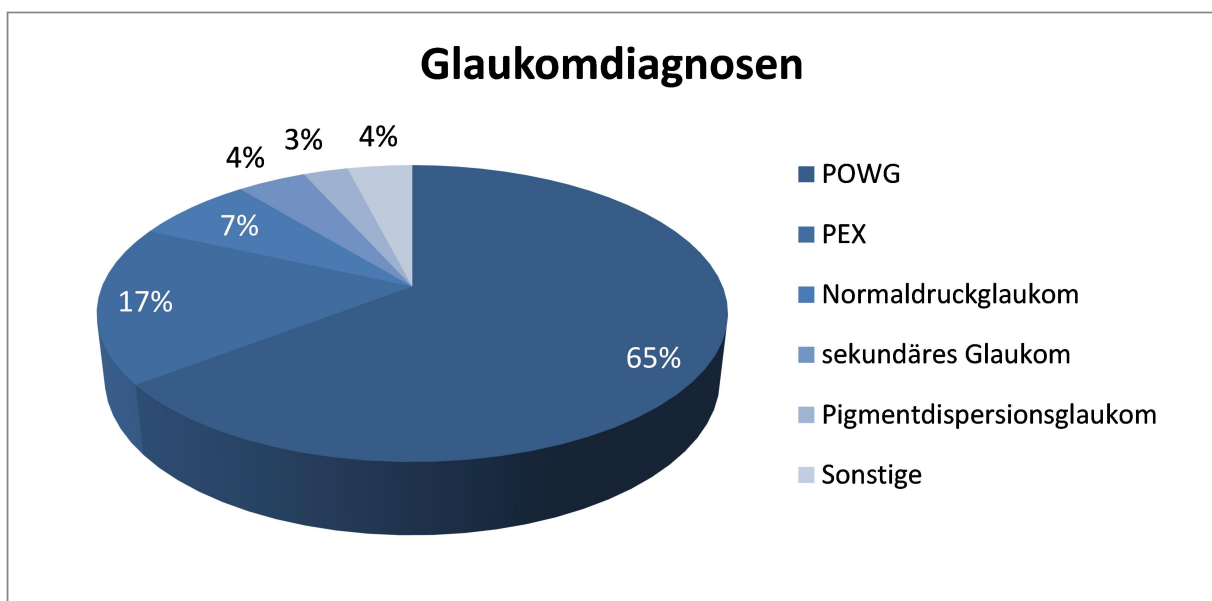


Abbildung 3: Glaukomdiagnosen

4.4 Präoperative Medikation

Bevor sich die Patienten einer Operation unterziehen, wird zunächst versucht den IOD durch Medikamente einzustellen. Dabei wird im Folgenden aufgezeigt wie viele Wirkstoffe die Patienten in Form von Augentropfen präoperativ appliziert haben. Dokumentiert sind zwischen 0 und 5-facher Medikation. Im Median wurde die 3-fache Medikation verschrieben. Der Mittelwert liegt bei 2,98 Wirkstoffen mit einer Standardabweichung von 1,059.

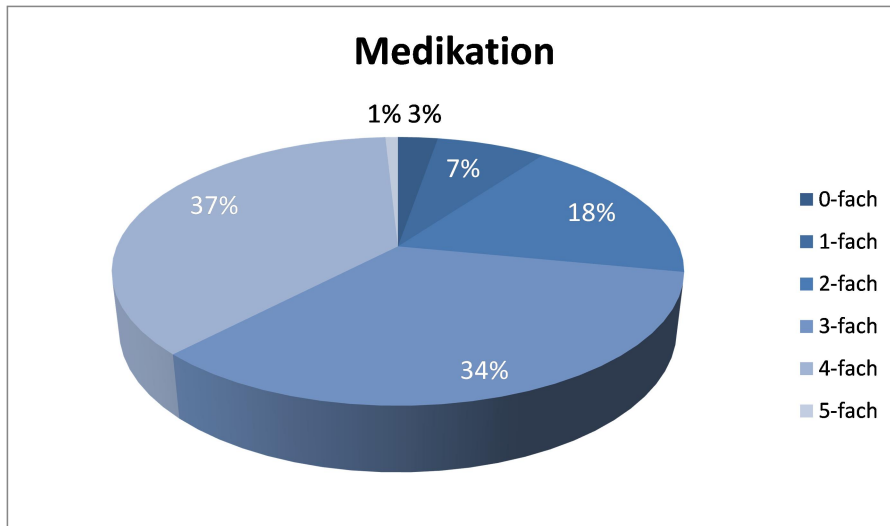


Abbildung 4: Medikation

4.5 Pachymetrie

Die gemessenen Hornhautdicken der Patienten lagen rechts zwischen 398 und 754 Mikrometer, mit einem Mittelwert von 524,49 Mikrometer. Links lag der Wert der Hornhautdicke zwischen 395 und 670 Mikrometer und einem Mittelwert von 522,07 Mikrometer.

4.6 Intraokularer Druck

Der präoperative intraokulare Druck hatte eine Spanne von 9 bis 68 mmHg, mit einem Mittelwert von 25,77 mmHg und einem Median von 24 mmHg. Die Standardabweichung betrug 9,501 mmHg. In Abbildung 5 ist die Verteilung des IOD nach Häufigkeit des gemessenen Drucks in mmHg dargestellt.

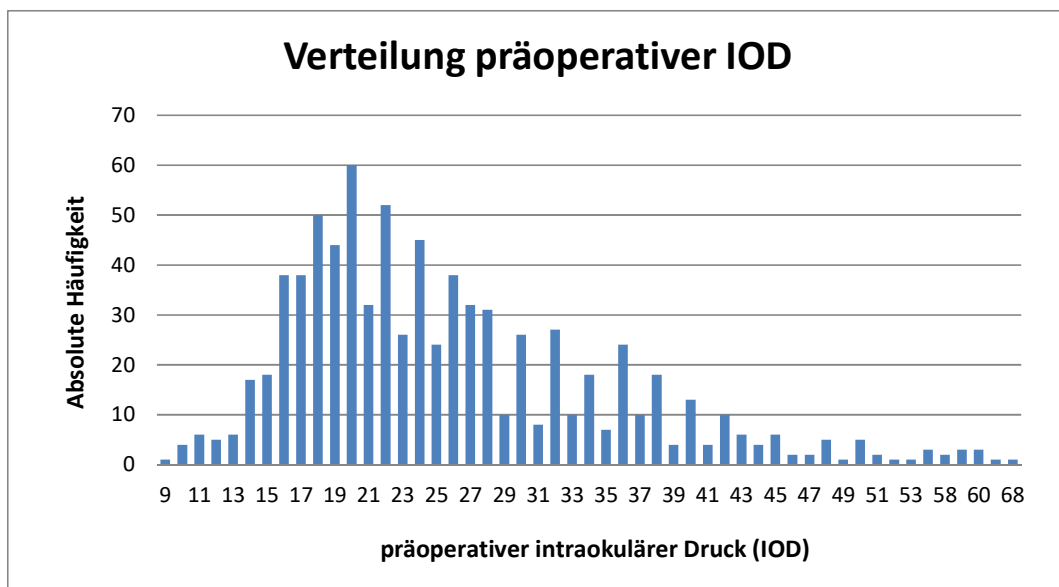


Abbildung 5: Verteilung des präoperativen intraokulären Drucks

4.7 Voroperationen

Viele Patienten erhielten bereits im Vorfeld der Trabekulektomie Operationen an den Augen, welche auch Einfluss auf den Operationsablauf haben können. Daher sind auch zu diesen Operationen Daten gesammelt worden. Insgesamt haben n=366 Patienten voroperierte Augen. Wie in Abbildung 6 dargestellt, entspricht dies 45,1% (95% KI: 41,6% - 48,9%) des Gesamtkollektivs. Von diesen Voroperationen war die am häufigsten durchgeführte Operation die Phakoemulsifikation mit n=275 (54,9%). Diese Operation dient der Behandlung des Katarakts, umgangssprachlich auch grauer Star genannt. Es folgen Operationen, die der Senkung des IOD dienen, wie beispielsweise die kontrollierte Zyklphotokoagulation mit n=66 (13,2%), die Lasertrabekuloplastiken ALT und SLT mit n=29 (5,8%) und die YAG Iridotomie mit n=25 (5%). Unter Sonstige n=60 (12%) sind unter anderem Operationen wie refraktive Operationen, Operationen der Tränenwege oder des Lids sowie der YAG Kapsulotomie zusammengefasst. Im folgenden Tortendiagramm sind die Häufigkeiten der unterschiedlichen Voroperationen grafisch dargestellt.

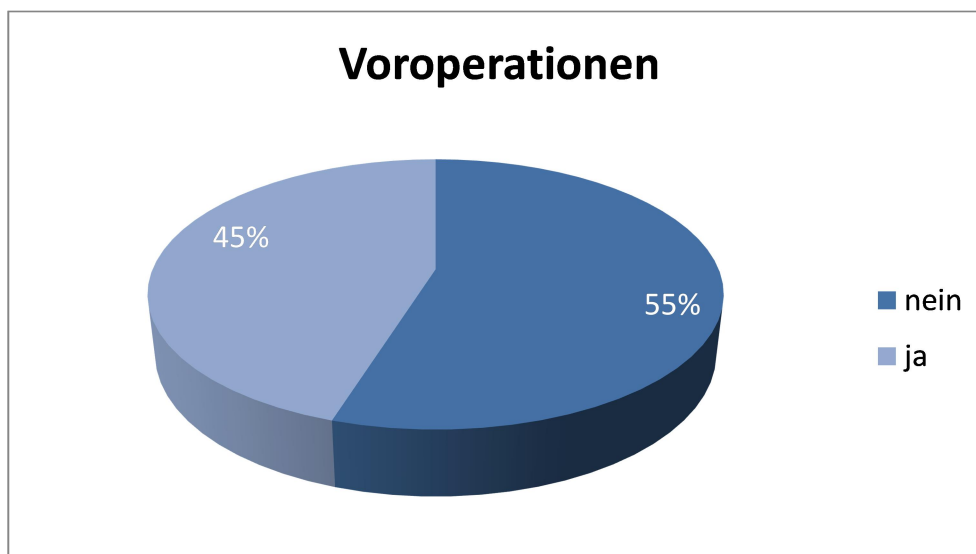


Abbildung 6: Häufigkeit der Voroperationen

Ergebnisse

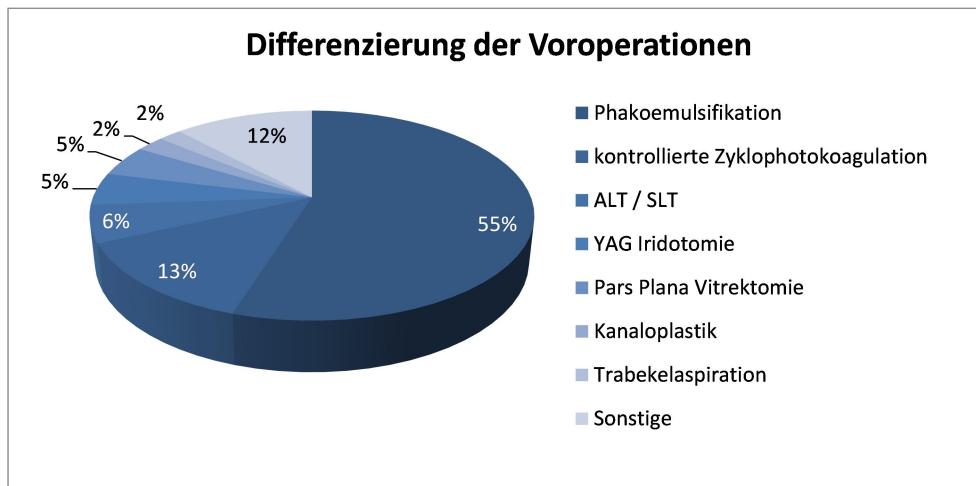


Abbildung 7: Verteilung der unterschiedlichen Voroperationen

Auf das Gesamtkollektiv bezogen ergibt sich folgende Verteilung: Die Phakoemulsifikation beträgt dann 33,9% (95% KI: 30,7% - 37,1%), die Zyklphotokoagulation 8,1% (95% KI: 6,4% - 9,9%), die Lasertrabekuloplastiken ALT und SLT 3,6% (95% KI: 2,5% - 4,7%) und die YAG Iridotomie 3,1% (95% KI: 2,1% - 4,2%).

4.8 Intraoperative Auffälligkeiten

Intraoperative Auffälligkeiten können durch die vorher jahrelang verabreichten Medikamente oder Voroperationen begünstigt werden. Insgesamt sind n=262 Auffälligkeiten intraoperativ dokumentiert. Dies entspricht den in Abbildung 8 dargestellten 32,3% (95% KI: 29,2% - 35,8%) des Gesamtkollektivs.

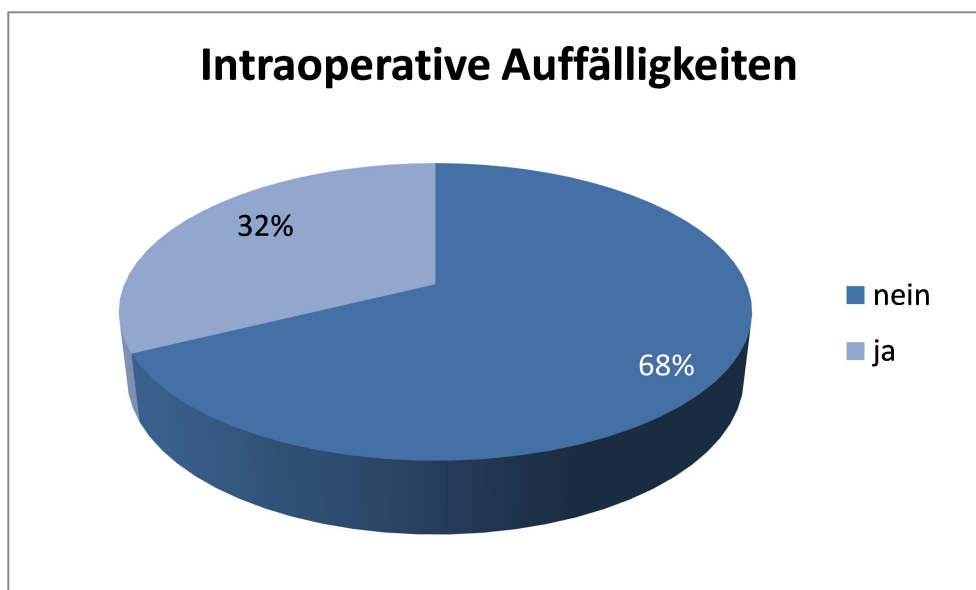


Abbildung 8: Häufigkeit intraoperativer Auffälligkeiten

Ergebnisse

Davon sind am häufigsten die erhöhten Blutungen mit $n=132$ (44,9%) Fällen und die auffällig veränderte Bindehaut bei $n=125$ (42,5%) Patienten zu beobachten. Folgend wurden die erschwerte Deckelpräparation mit $n=18$ (6,1%) Fällen und die Irisinkarzeration mit $n=19$ (6,5%) Fällen beschrieben. In Operationsberichten sind außerdem Auffälligkeiten wie beispielsweise Unruhe oder anatomische Besonderheiten des Patienten, sowie hoher präoperativer IOD oder weite Pupillen erwähnt. Da damit bei Operationen grundsätzlich und vor allem bei denen des Glaukoms gerechnet werden muss, sind einige Punkte nicht in die Statistik der intraoperativen Auffälligkeiten eingeflossen. Die Häufigkeit aller in der Statistik betrachteter Auffälligkeiten sind in Abbildung 9 dargestellt.

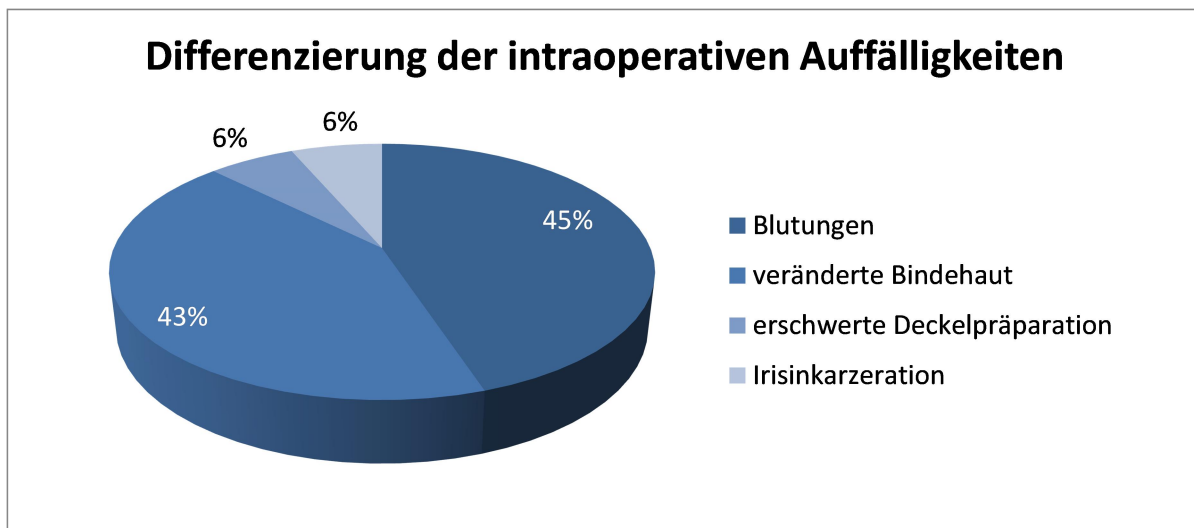


Abbildung 9: Verteilung der unterschiedlichen intraoperativen Auffälligkeiten

4.9 Postoperative Komplikationen

Wie bei Operationen grundsätzlich, muss auch bei der Trabekulektomie postoperativ mit frühen Komplikationen gerechnet werden. In der vorliegenden Studie wird von $n=75$ Komplikationen in den Arztbriefen berichtet. Dies entspricht 9,2% (95% KI: 7,4%-11,1%) des Gesamtkollektivs. Auf diese Patienten bezogen ist die am häufigsten erwähnte Komplikation die Bulbushypotonie mit $n=40$ (52%) Fällen. Weiterhin sind die Bindehautfistel bei $n=14$ (18,2%) Patienten, die Irisinkarzeration bei $n=9$ (11,7%) Patienten und der erneute Anstieg des IOD bei $n=8$ (10,4%) Patienten erwähnt. Die vollständige Auflistung der Komplikationen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt.

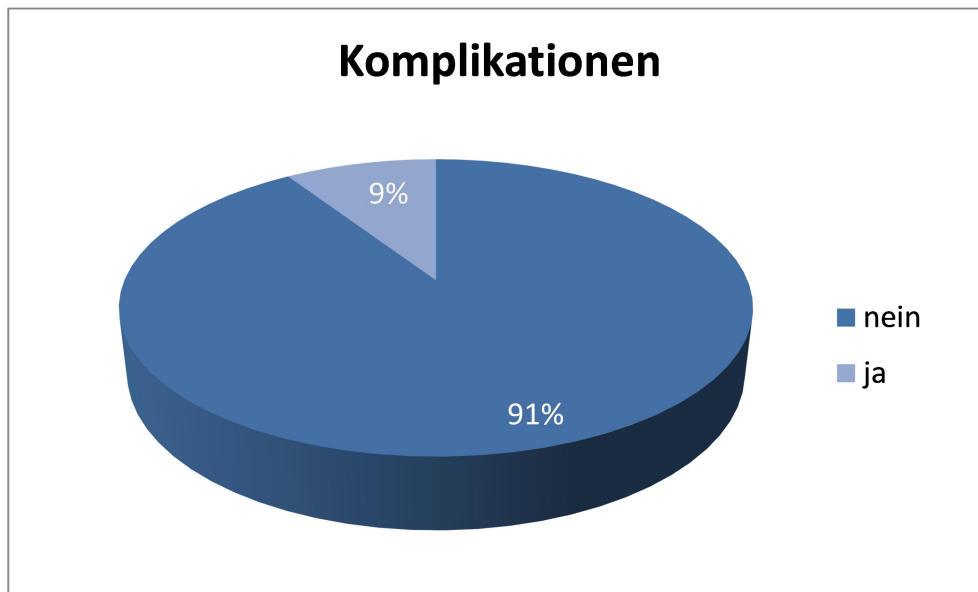


Abbildung 10: Häufigkeit der Komplikationen

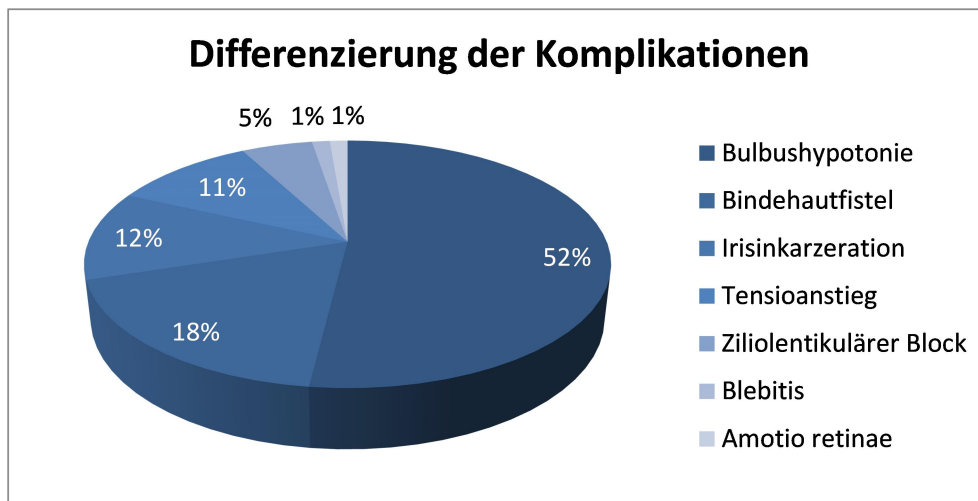


Abbildung 11: Verteilung der unterschiedlichen Komplikationen

Auf das Gesamtkollektiv bezogen ergeben sich folgende Verteilungen. Die Häufigkeit einer Bulbushypotonie beträgt dann 4,9% (95% KI: 3,6% - 6,3%), einer Bindehautfistel 1,7% (95% KI: 1,0% - 2,5%), einer Irisinkarzeration 1,1% (95% KI: 0,6% - 1,7%), eines erneuten Anstiegs des IOD 1,0% (95% KI: 0,4% - 1,7%) und einer Blebitis 0,1%.

4.10 5-FU

Zur Vorsorge eines erneuten IOD Anstiegs in Folge des Versagens der Fistulation durch Fibrosen wird postoperativ 5-FU injiziert. Bei dem hier vorliegenden Patientenkollektiv liegt die Spanne zwischen null und 14 5-FU Injektionen, bei einem Median von fünf und einem Mittelwert von 4,95 Injektionen. Die Standardabweichung liegt bei 2,635 injizierten 5-FU Spritzen.

4.11 Suturolysen

Liegt ein unzureichender Abfluss des Kammerwassers unter dem Skleradeckel vor, wird eine Suturolyse der Skleradeckelfäden durchgeführt. So wird eine Steigerung des Kammerwasserabflusses und eine Senkung des IOD erzielt. Postoperativ durchgeführte Suturolysen ist in einer Anzahl zwischen null und sieben pro Patient durchgeführt worden. Der Mittelwert liegt bei 0,92 und der Median bei einer Suturolyse liegt. Die Standardabweichung beträgt 1,115 Suturolysen.

4.12 Revisionen

Sind die frühen Komplikationen nicht in den Griff zu bekommen, muss zeitnah eine Revision erfolgen. Auch beim Auftreten späterer Komplikationen, welche durch Medikamente nicht zu regulieren sind, muss eine erneute Operation durchgeführt werden. Bei einigen Patienten waren sogar mehrere Revisionseingriffen notwendig. Dies erklärt die teilweise unterschiedlichen Fallzahlen, da Patienten mit mehreren Revisionen wiederholt in den Statistiken der verschiedenen Zeiträume auftauchen. In der vorliegenden Datenerhebung sind die Revisionen in die folgenden vier Zeitfenster eingeteilt worden:

- Direkte Revisionen während des stationären Aufenthalts
(im Folgenden *direkte Revisionen* genannt)
- Revisionen nach stationärem Aufenthalt bis zu einem Monat nach der Operation
(im Folgenden *Revisionen im 1. Monat* genannt)
- Revisionen vom zweiten bis zum 12. Monat nach der Operation
(im Folgenden *Revisionen im 1. Jahr* genannt)
- Revisionen vom 13. bis 60. Monat nach der Operation
(im Folgenden *Revisionen innerhalb von 5 Jahren* genannt)

Insgesamt sind bei n=163 Patienten von 811 durchgeführten Trabekulektomien Revisionen nötig gewesen. Dies entspricht 20,1% (95% KI:17,6% - 22,7%) des Gesamtkollektivs.

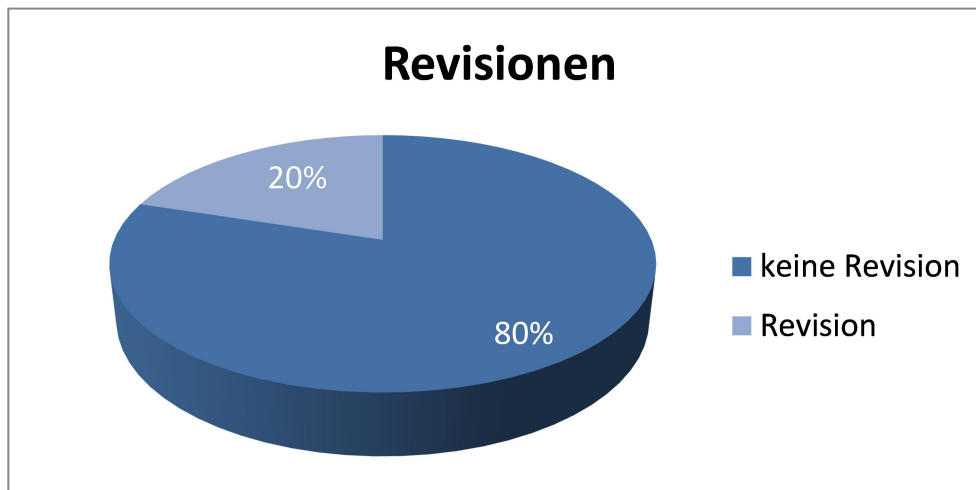


Abbildung 12: Häufigkeit der Revisionen

4.12.1 Direkte Revisionen

Bei den *direkte Revisionen* nach der Operation war die am häufigsten durchgeführte die Fadennachlegung mit $n=31$ (59,6%) Fällen. Sie wird bei einer entsethenden Bulbushypotonie verwendet, um die überschießende Filtration zu verhindern. Bei $n=8$ (15,4%) Patienten wurde ein Needling durchgeführt und bei $n=7$ (13,5%) eine Vitrektomie. Insgesamt wurden bei $n=54$ Patienten eine direkte Revision durchgeführt. Dies entspricht 6,7% (95% KI: 5,2% - 8,4%) des Gesamtkollektivs.

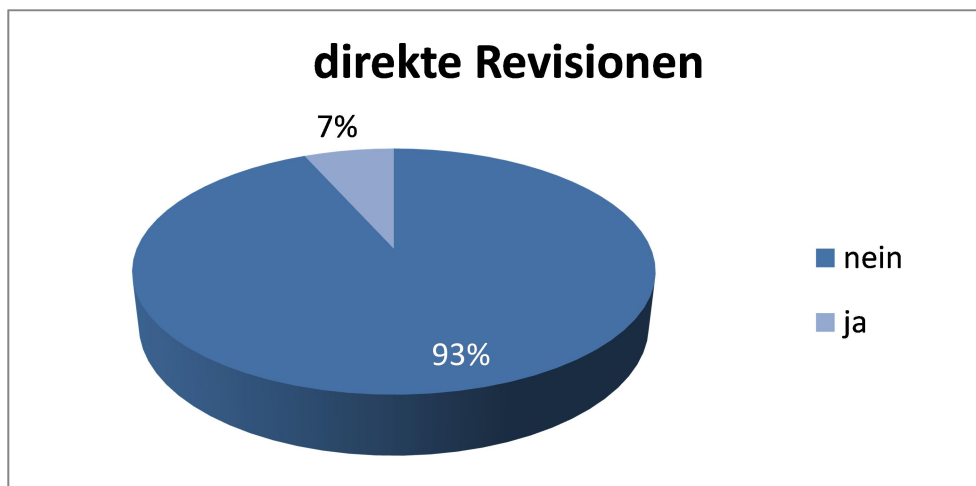


Abbildung 13: Häufigkeit der direkten Revisionen

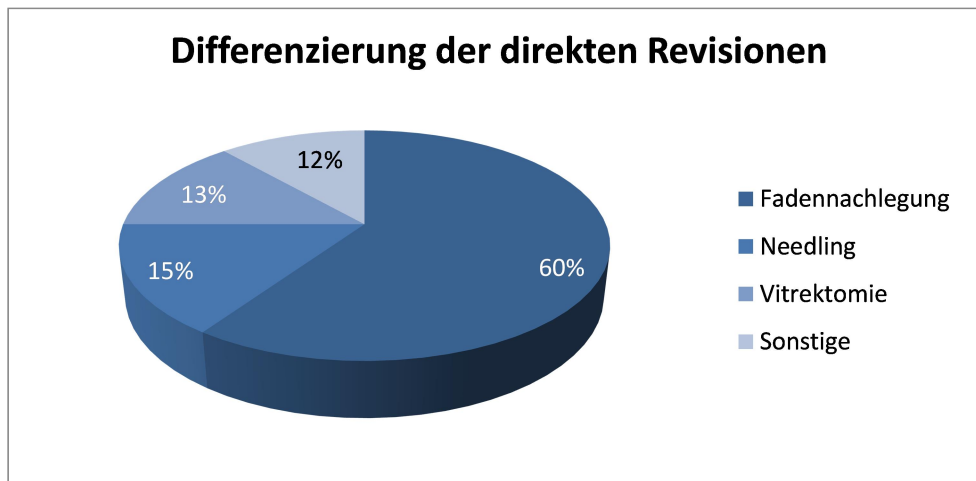


Abbildung 14: Differenzierung der direkten Revisionen

4.12.2 Revisionen im 1. Monat

Insgesamt wurden *Revisionen im 1. Monat* bei n=28 Patienten durchgeführt. Dies entspricht 3,5% (95% KI:2,5% - 4,6%) des Gesamtkollektivs. Davon war die häufigste Operation erneut die Fadennachlegung mit n=18(60%) Fällen. Auch in diesem Zeitraum steht das Needling mit n=8 (26,7%) Operationen an zweiter Stelle.

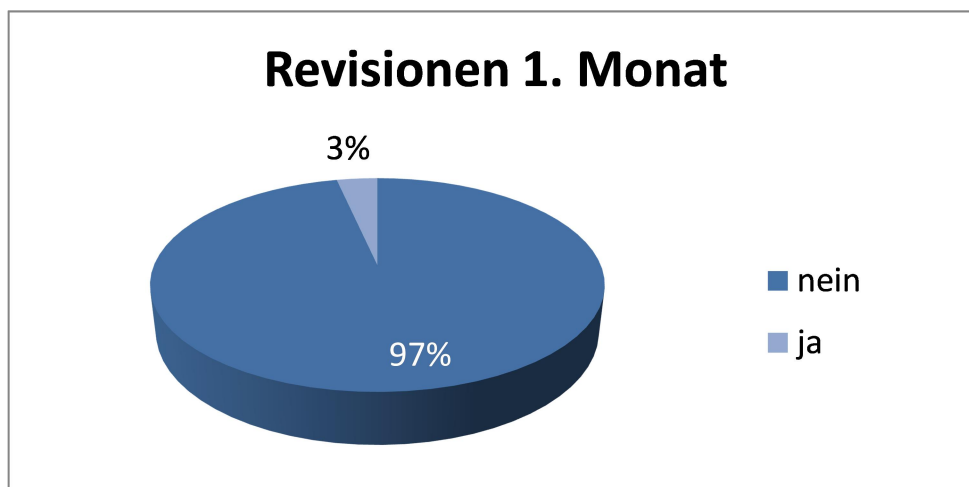


Abbildung 15: Häufigkeit der Revisionen im 1. Monat

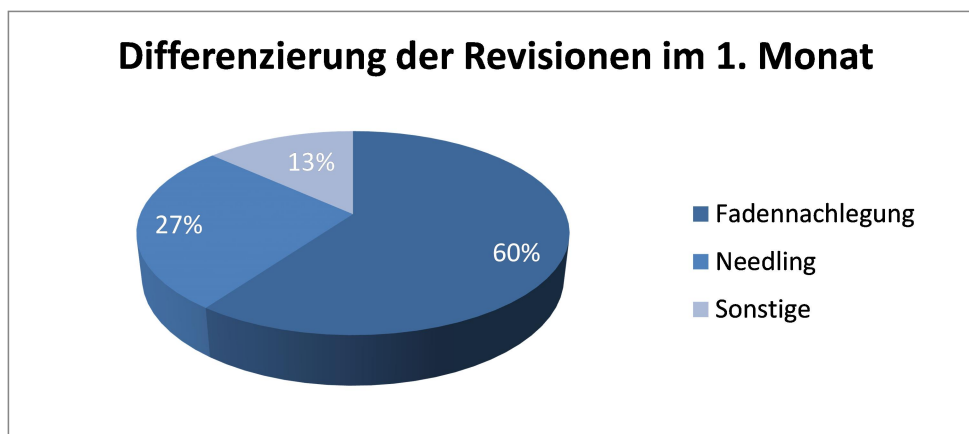


Abbildung 16: Differenzierung der Revisionen im 1. Monat

4.12.3 Revisionen im 1. Jahr

Die Anzahl der *Revisionen im 1. Jahr* liegt bei $n=94$. Dies entspricht 11,6% (95% KI: 9,5% - 13,9%) des Gesamtkollektivs. In dieser Zeit ist das Needling mit $n=73$ (72,3%) Fällen die am häufigsten durchgeführte Revision, gefolgt von der Fadennachlegung bei $n= 25$ (24,8%) Patienten. Das Needling kommt bei einem nicht vollständig funktionierenden Filterkissen zum Einsatz. Dieser Funktionsverlust kann beispielsweise durch entstehende Fibrosen hervorgerufen werden, welche durch das Needling entfernt werden.

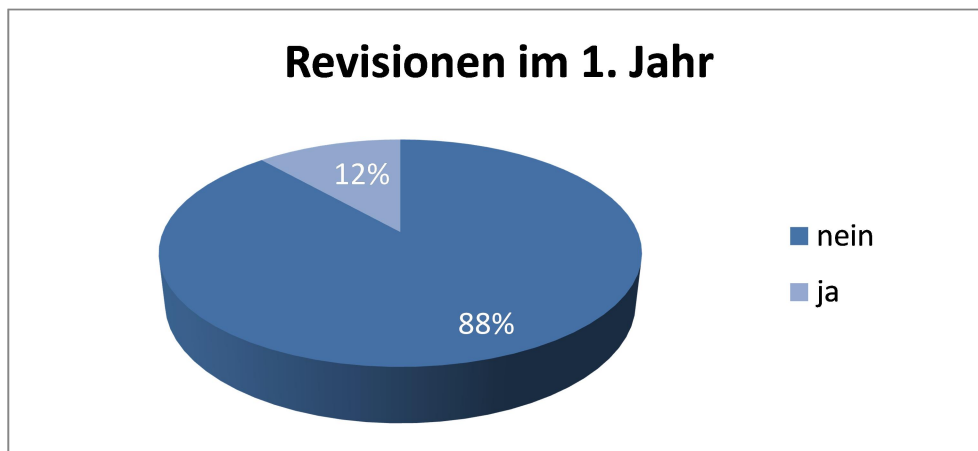


Abbildung 17: Häufigkeit der Revisionen im 1. Jahr

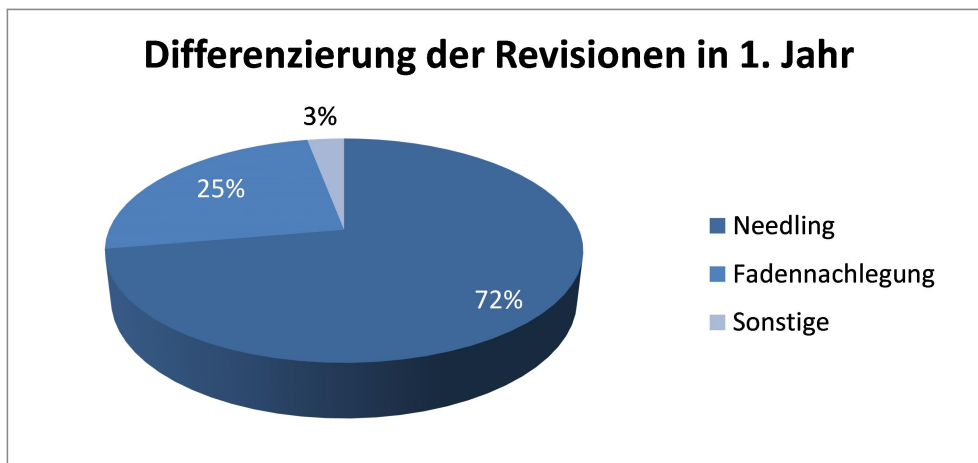


Abbildung 18: Differenzierung der Revisionen im 1. Jahr

4.12.4 Revisionen innerhalb von 5 Jahren

Bei *Revisionen innerhalb von 5 Jahren* sinkt die Anzahl der Operationen auf $n=62$. Dies entspricht 7,6% (95% KI: 6,0% - 9,4%) des Gesamtkollektivs. Den größten Anteil der Revisionen macht auch in diesem Zeitraum wieder das Needling mit $n=52$ (78,8%) Fällen aus. Folglich spielt das Needling in allen der untersuchten Zeiträume eine Rolle, wobei es in dem Zeitraum des 1. Monats noch einen geringeren Anteil ausmacht, als in den darauf folgenden Zeiträumen. Auch die Re-Trabekulektomie taucht in der Statistik erst innerhalb der 5 Jahre nach der Operation mit $n=8$ (12,1%) der Fälle auf. Hieraus lässt sich schließen, dass mit der Wiederholung der Trabekulektomie abgewartet wird und erst durch Medikamente und andere in Frage kommende Revisionen versucht wird, den IOD niedrig zu halten. Die Fadennachlegung wurde bei $n=5$ (7,6%) Patienten durchgeführt.

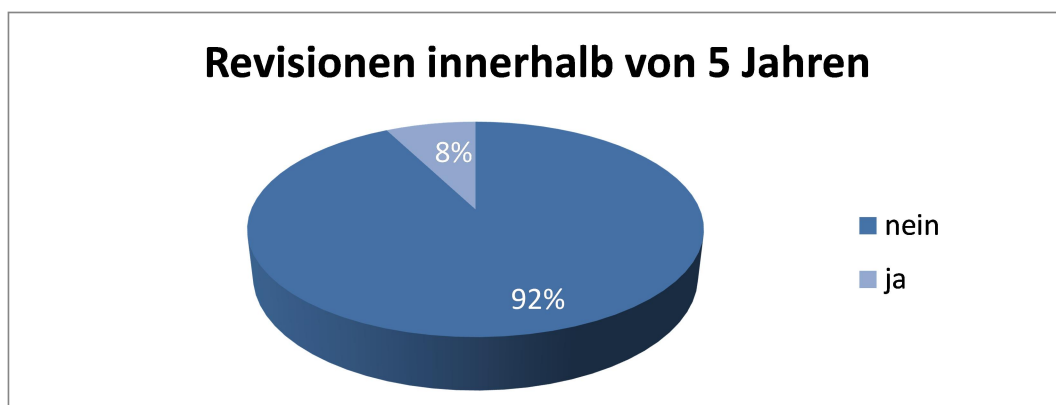


Abbildung 19: Häufigkeit der Revisionen innerhalb von 5 Jahren

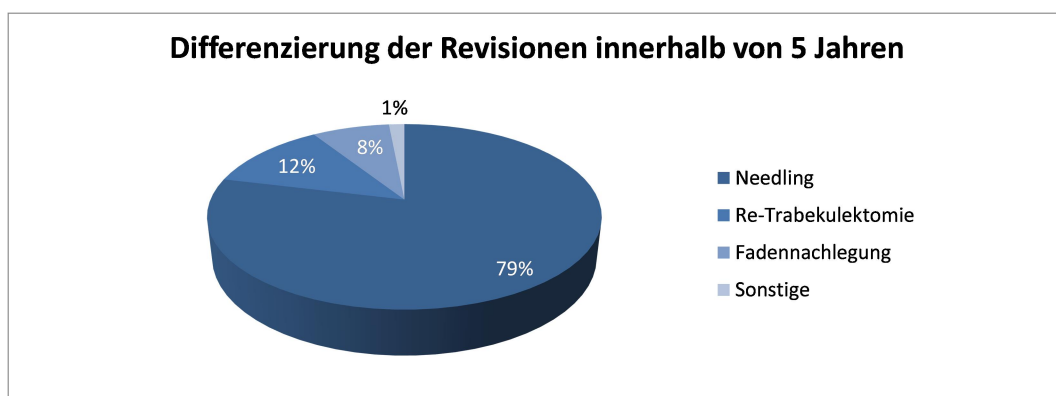


Abbildung 20: Differenzierung der Revisionen innerhalb von 5 Jahren

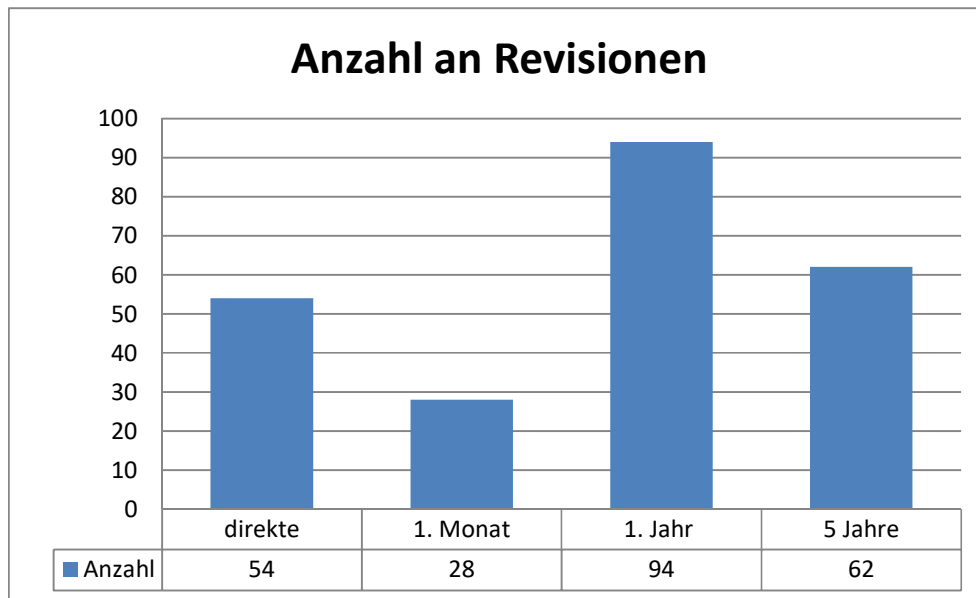


Abbildung 21: Häufigkeiten von Revisionen

Zusammenfassend lässt sich aus den Statistiken erkennen, dass im betrachteten Patientenkollektiv die meisten Revisionen innerhalb des 1. Jahres vorgenommen worden sind. Die gewählten Zeiträume sind jedoch unterschiedlich lang. Betrachtet man die absoluten Häufigkeiten in Relation zur Dauer der Zeiträume, kann erkannt werden, dass die Anzahl der Revisionseingriffe mit der Zeit immer weiter abnimmt, da die Längen der Zeiträume immer weiter zunehmen.

Sämtliche Angaben müssen jedoch mit Vorsicht betrachtet werden, da auch mit längerem Abstand zur Primäroperation die Wahrscheinlichkeit steigt, dass Patienten ihren Wohnort gewechselt haben oder verstorben sind. Außerdem wird das Follow-Up auch von niedergelassenen Augenärzten durchgeführt, die eventuell bei benötigten Revisionseingriffen an andere Kliniken überwiesen haben. Weiterhin muss bedacht werden, dass noch nicht für alle im betrachteten Zeitraum durchgeführten Primäroperationen die betrachteten fünf Jahre vergangen sind. Eine genaue drop-out Rate ist nicht gesondert erfasst worden.

4.13 Insgesamte Anzahl der Revisionen

Über den kompletten Zeitraum hinweg ergaben sich für das Gesamtkollektiv folgende Revisionseingriffe. Der häufigste Revisionseingriff, der durchgeführt wurde, war das Needling mit n=122 Fällen was 15% (95% KI: 12,8 – 17,7%) des Kollektivs entspricht. Gefolgt von der Fadennachlegung bei n=48 (5,9%) Patienten (95% KI: 4,4% - 7,4%), der Re-Trabekulektomie bei n=8 (1,0%) Patienten (95% KI: 0,5%-

1,5%) und der Virtektomie bei n=7 (0,9%) Patienten (95% KI: 0,2% - 1,6%). Wenn bei einem Patienten mehrere Male die gleiche Revision durchgeführt wurde, wurde diese hier nur einfach aufgeführt.

4.14 Korrelationen

In diesem Abschnitt wird der Zusammenhang von bestimmten präoperativen Faktoren der Patienten zu auftretenden Komplikationen sowie benötigten Revisionen betrachtet. Damit soll identifiziert werden, ob bestimmte Faktoren ein Scheitern der Trabekulektomie begünstigen. Dann wäre es möglich, Behandlungen an diese Erkenntnis anzupassen und somit das Entstehen von Komplikationen zu verhindern. Letztendlich kann so auch die Revisionsrate langfristig verringert werden.

4.14.1 Kreuztabellen

Auch der Zusammenhang von auftretenden Komplikationen zu später benötigten Revisionen ist von Interesse. Es soll geklärt werden, ob die Wahrscheinlichkeit einer notwendigen Revision steigt, wenn Komplikationen nach der Operation auftreten. Aus der Kreuztabelle geht hervor, dass ohne das Auftreten einer Komplikation zu 85,6% keine Revision durchgeführt werden musste. Andersherum gilt aber, dass zu 76% eine Revision vorgenommen werden musste, wenn nach der Operation eine Komplikation aufgetreten ist. In der Tabelle sind alle Werte zusammen mit Zeilenprozenten innerhalb der Komplikationen dargestellt.

		Revisionen		
		ja	nein	
Komplikationen	ja	57 = 76%	18 = 24%	75
	nein	106 = 14,4%	630 = 85,6%	736
		163	648	811

Tabelle 2: Kreuztabelle Revisionen - Komplikationen

Ergebnisse

In den folgenden Kreuztabellen wird der Zusammenhang von Revisionseingriffen sowie Komplikationen zum Geschlecht der Patienten aufgezeigt. In beiden Kreuztabellen sieht man, dass das Geschlecht keinen Einfluss auf den Ausgang der Operationen hat. Die Werte weichen nicht in großem Maße von denen des Gesamtkollektivs ab. Bei den Revisionen, die durchgeführt wurden, handelte es sich bei n=77 (47,2%) Fällen um männliche und bei n= 86 (52,8%) Fällen um weibliche Patienten. Bei den aufgetretenen Komplikationen wurden n= 37 (49,3%) bei männlichen Patienten und n=38 (50,7%) bei den weiblichen Patienten dokumentiert.

		Geschlecht		
		männlich	weiblich	
Revisionen	nein	334 = 51,5%	314 = 48,5%	648
	ja	77 = 47,2%	86 = 52,8%	163
		411	400	811

Tabelle 3: Kreuztabelle Geschlecht - Revisionen

		Geschlecht		
		männlich	weiblich	
Komplikationen	nein	374 = 50,8%	362 = 49,2%	736
	ja	37 = 49,3%	38 = 50,7%	75
		411	400	811

Tabelle 4: Kreuztabelle Geschlecht - Komplikationen

Auch der Zusammenhang zwischen den Voroperationen und den entstandenen Komplikationen, sowie benötigten Revisionseingriffen wurde in Kreuztabellen dargestellt. Auch hier lässt sich nicht erkennen, dass Voroperationen einen Einfluss auf die Komplikationsrate oder Anzahl der benötigten Revisionseingriffe haben. Der Anteil der Patienten mit Komplikation nach der Operation beträgt n=37 (49,3%) ohne Voroperation und n=38 (50,7%) mit Voroperationen an den Augen. Ähnlich sieht es bei dem Anteil der Patienten aus, die einen Revisionseingriff benötigten. Dabei waren n=80 (49,1%) Patienten an den Augen voroperiert und n=83 (50,9%) Patienten ohne Voroperation. Da es sich um eine annähernde 50:50 Verteilung der

Ergebnisse

durchgeführten und nicht durchgeführten Voroperationen handelt, lässt sich zu der Wahrscheinlichkeit einer Entstehung einer Komplikation oder benötigten Revisionseingriff keine Aussage treffen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass Voroperationen keinen Einfluss auf Komplikationen nach der Operation haben.

		Voroperationen		
		nein	ja	
Komplikationen	nein	408 = 55,4%	328 = 44,6%	736
	ja	37 = 49,3%	38 = 50,7%	75
		445	366	811

Tabelle 5: Kreuztabelle Voroperationen - Komplikationen

		Voroperationen		
		nein	ja	
Revisionen	nein	362 = 55,9%	286 = 44,1%	648
	ja	83 = 50,9%	80 = 49,1%	163
		445	366	811

Tabelle 6: Kreuztabellen Voroperationen - Revisionen

In den folgenden Kreuztabellen wird untersucht, ob einzelne Glaukomdiagnosen zu höheren Komplikationsraten oder vermehrten Revisionseingriffen führen. Zu beachten ist in den Tabellen, dass die gesamt Anzahl der einzelnen Diagnosen sehr unterschiedlich sind und daher bei den Diagnosen mit den geringeren Anzahlen die Werte vorsichtiger betrachtet werden müssen, da die Datenbasis kleiner ist. Verglichen werden die Werte mit den insgesamt erhobenen Werten der Komplikationsrate sowie der Revisionsrate.

Bei den erfolgten Revisionseingriffen handelt es sich um insgesamt n=162 (20,1%) Patienten des Kollektivs. Beim POWG zeigt sich, dass n= 107 (20,5%) eine spätere Revision erhielten. Beim PEX waren es n=28 (20,1%), beim sekundären Glaukom n=6 (17,6%) und beim Normaldruckglaukom n=10 (16,9%) Revisionen. Diese Diagnosen befinden sich in Bereich der gesamt erfolgten Revisionseingriffe. Mit n=7 (31,8%) erfolgten Revisionen ist bei der Diagnose des Pigmentdispersionsglaukoms eine Abweichung nach oben zu erkennen.

Ergebnisse

	Revisionen		gesamt
	nein	ja	
POWG	414 = 79,5%	107 = 20,5%	521
PEX	111 = 79,9%	28 = 20,1%	139
Normaldruckglaukom	49 = 83,1%	10 = 16,9%	59
Sekundäres Glaukom	28 = 82,%	6 = 17,6%	34
Pigmentdispersionsglaukom	15 = 68,2%	7 = 31,8%	22
Sonstige	28 = 87,5%	4 = 12,5%	32
gesamt	645 = 79,9%	162 = 20,1%	807

Tabelle 7: Revisionen in Abhängigkeit der Diagnose

Bei n=74 (9,2%) Patienten des Kollektivs wurden Komplikationen dokumentiert. Auch hier liegen die Werte innerhalb der einzelnen Diagnosen nahe an diesem Vergleichswert. Beim POWG waren es n=53 (10,2%), bei PEX n=9 (6,5%) und beim Normaldruckglaukom n=8 (13,6%) Komplikationen. Auffällig in dieser Auflistung ist das sekundäre Glaukom mit nur n=1 (2,9%) Komplikationen.

	Komplikationen		gesamt
	nein	ja	
POWG	468 = 89,8%	53 = 10,2%	521
PEX	130 = 93,5%	9 = 6,5%	139
Normaldruckglaukom	51 = 86,4%	8 = 13,6%	59
Sekundäres Glaukom	33 = 97,1%	1 = 2,9%	34
Pigmentdispersionsglaukom	20 = 90,9%	2 = 9,1%	22
Sonstige	31 = 96,9%	1 = 3,1%	32
gesamt	733 = 90,8%	74 = 9,2%	807

Tabelle 8: Komplikationen in Abhängigkeit der Diagnose

4.14.2 Boxplots

In diesem Kapitel werden binäre Werte der Komplikationen und der Revisionseingriffe in Boxplots mit stetigen Werten wie dem Alter der Patienten oder dem präoperativen IOD verglichen. Die Boxplots sind nach den binären Variablen getrennt dargestellt.

Wenn das Alter in Bezug auf die Revisionen betrachtet wird, kann man feststellen, dass sich die mittleren 50% der Patienten in den Kategorien mit und ohne Revisionseingriffe im gleichen Alter befinden. Es liegt jeweils das 1. Quartil bei 60 Jahren und das 3. Quartil bei 75 Jahren. In der Kategorie der Patienten mit einem Revisionseingriff liegt der Mittelwert bei 67,04 Jahren und der Median bei 68 Jahren. Die Standardabweichung beträgt 10,951 Jahre. In der Kategorie der Patienten ohne Revisionseingriff liegt der Mittelwert bei 66,67 Jahren und der Median bei 69 Jahren. Die Standardabweichung beträgt 11,292 Jahre. Die Antennen der Boxplots stellen die jeweils oberen und unteren 25% des Kollektivs dar. Wobei sie die Länge des 1,5-fachen der mittleren Box nicht überschreiten und alle außerhalb liegende Werte als Ausreißer markiert werden. Bei dem Boxplot der Patienten ohne Revisionseingriff sieht man, dass die Antenne nach unten, in Richtung der jüngeren Jahrgänge, wesentlich länger ist und mehr Ausreißer vorhanden sind. Daran kann man erkennen, dass jüngere Patienten weniger von Revisionseingriffen betroffen sind. Da dieser Unterschied nicht sehr groß ist, kann jedoch nicht von einem signifikanten Ergebnis geredet werden.

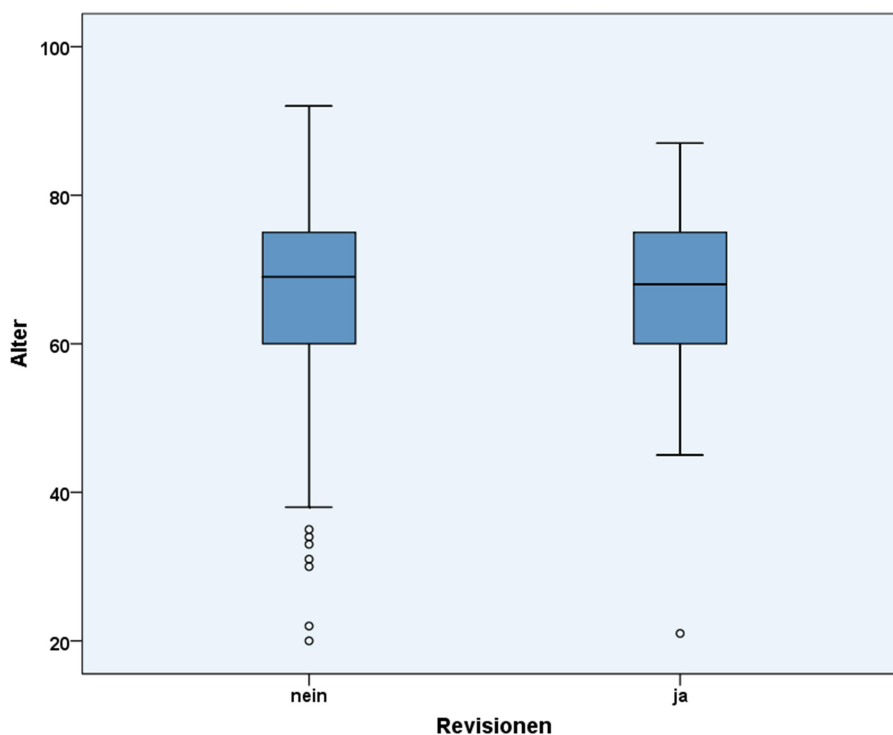


Abbildung 22: Boxplot Alter - Revisionen

Ergebnisse

Bei dem Boxplot, der das Auftreten von Komplikationen mit dem Alter vergleicht, zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei dem vorherigen Boxplot. In der Gruppe der Patienten ohne Komplikationen liegt der Mittelwert bei 66,72 Jahren und der Median bei 68 Jahren. Die Standardabweichung liegt bei 11,240 Jahren. Das 1. Quartil liegt bei 60 Jahren und das 3. Quartil bei 75 Jahren. In der Kategorie der Patienten mit Komplikationen liegt der Mittelwert bei 67,04 Jahren, der Median bei 70 Jahren und die Standardabweichung bei 11,076 Jahren. Das 1. Quartil liegt bei 58 Jahren und das 3. Quartil bei 75 Jahren. Auch hier lässt sich in der Gruppe der Patienten ohne Komplikationen erkennen, dass die untere Antenne in dieser Kategorie länger ist und mehr Ausreißer besitzt. Also gilt auch hier: sind die Patienten jünger, sind sie weniger von Komplikationen betroffen. Jedoch ist die Differenz nicht groß, so dass nicht von einem signifikanten Unterschied gesprochen werden kann.

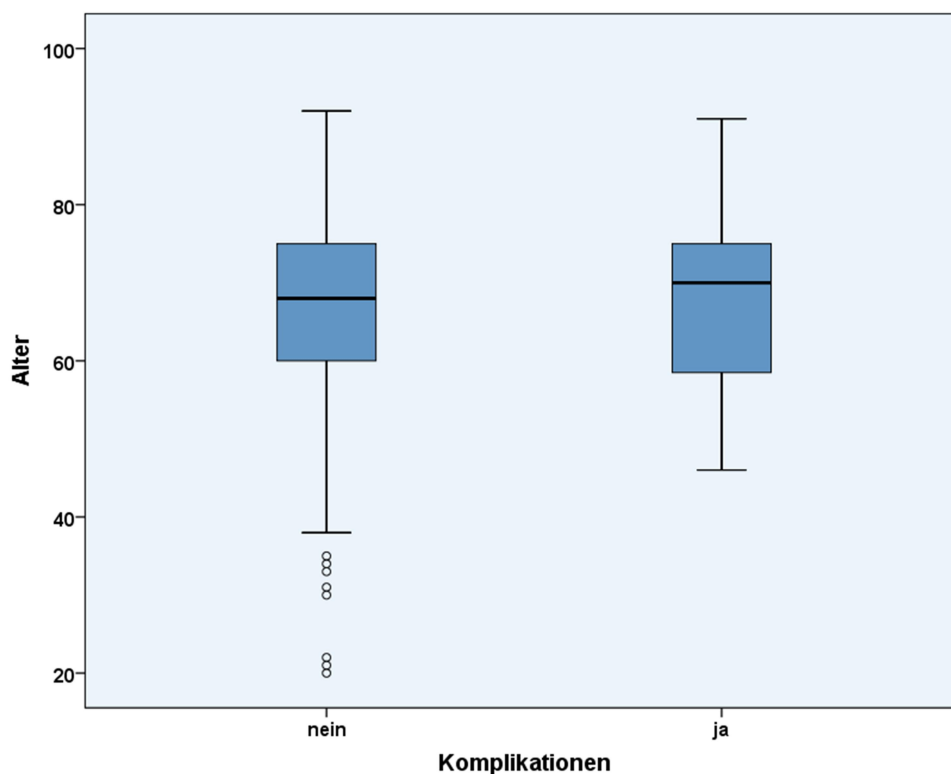


Abbildung 23: Boxplot Alter - Komplikationen

Ergebnisse

Der folgende Boxplot zeigt den Vergleich von den Revisionseingriffen zu dem präoperativen IOD. Auf der Ordinatenachse ist der präoperative IOD in mmHg angegeben. In der Gruppe der Patienten ohne einen Revisionseingriff liegt der Mittelwert bei 25,71 mmHg, der Median bei 24 mmHg und die Standardabweichung bei 9,281 mmHg. Das 1. Quartil liegt bei 19 mmHg und das 3. Quartil liegt bei 30 mmHg. In der Gruppe der Patienten bei denen ein Revisionseingriff durchgeführt wurde, zeigen sich sehr ähnliche Werte. Der Mittelwert liegt hier bei 26,01 mmHg und der Median bei 24 mmHg. Die Standardabweichung beträgt 10,364 mmHg. Das 1. Quartil liegt bei 19 mmHg und das 3. Quartil liegt bei 31,5 mmHg. Es lassen sich zwischen den beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede erkennen.

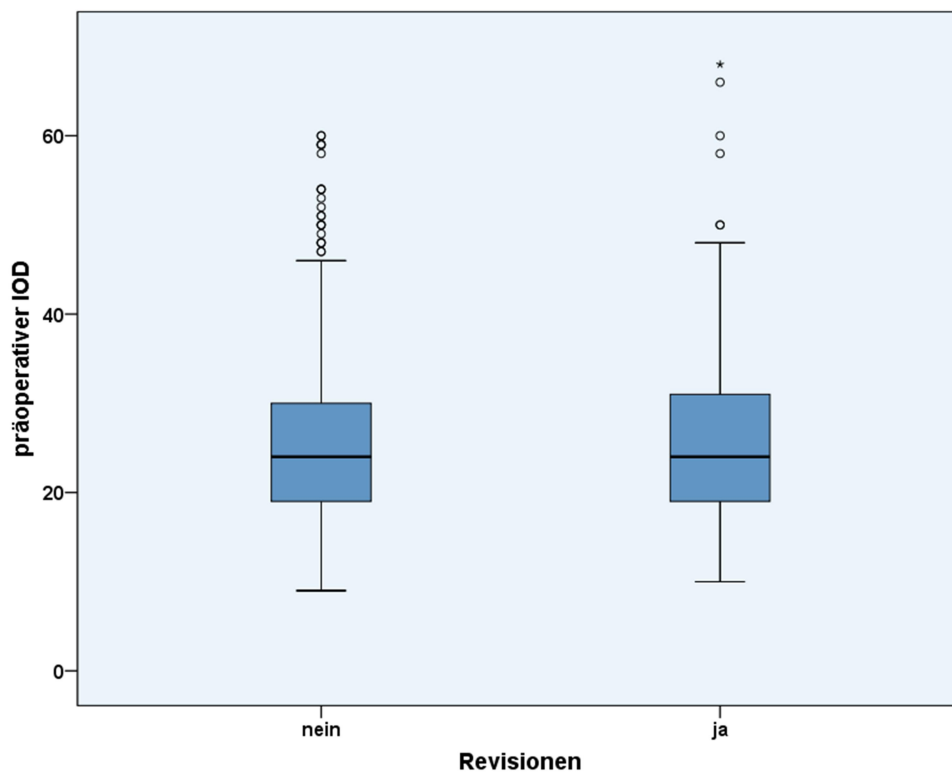


Abbildung 24: Boxplot präoperativer IOD - Revisionen

Ergebnisse

Bei dem Vergleich des IOD mit den Komplikationen, zeigt sich ein ähnliches Bild wie in dem vorherigen Boxplot. Auch in diesem Boxplot ist der IOD auf der Ordinatenachse in mmHg angegeben. In der Gruppe der Patienten ohne postoperative Komplikationen liegt der Mittelwert bei 25,78 mmHg, der Median bei 24 mmHg und die Standardabweichung bei 9,366 mmHg. Das 1. Quartil liegt bei 19 mmHg und das 3. Quartil liegt bei 31 mmHg. In der Gruppe der Patienten mit postoperativen Komplikationen liegt der Mittelwert bei 25,65 mmHg und der Median bei 23 mmHg, Die Standardabweichung beträgt 10,797 mmHg. Das 1. Quartil liegt bei 18 mmHg und das 3. Quartil liegt bei 29 mmHg. Beim Vergleich dieser Werte lassen sich keine signifikanten Unterschiede erkennen.

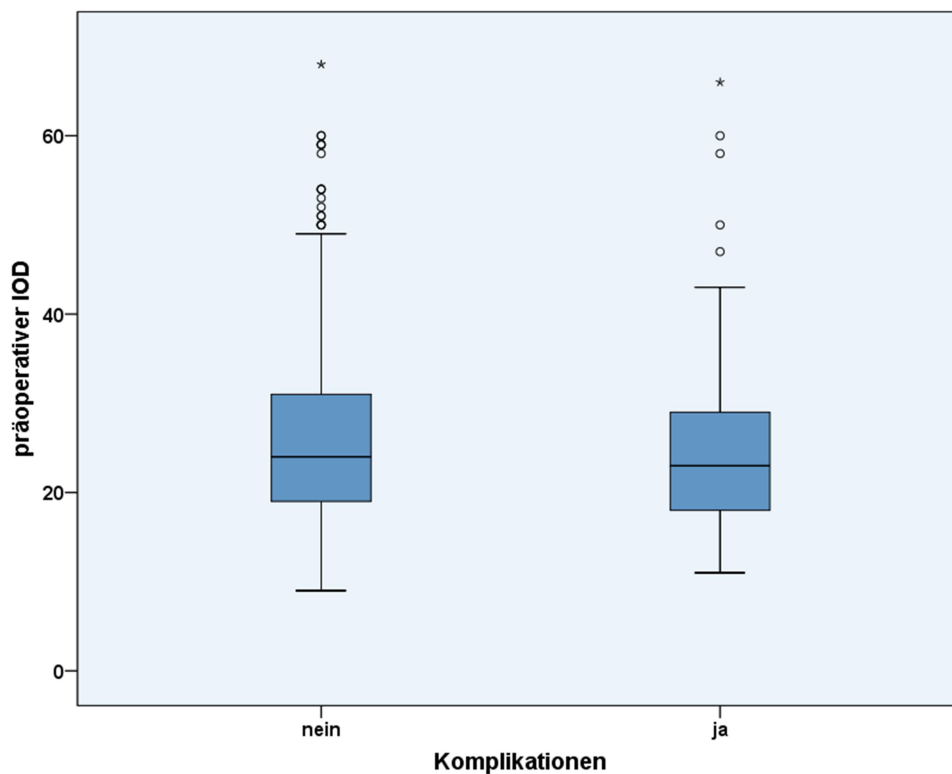


Abbildung 25: Boxplot präoperativer IOD - Komplikationen

5 Diskussion

5.1 Datenerhebung und statistische Auswertung

Für die ausgewerteten Statistiken kann kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden, da es sich bei dieser Arbeit um einen rein retrospektiven Blick auf die Patientendaten handelt. Die Daten sind aus OP-Berichten und Arztbriefen entnommen, die aus den jeweiligen Patientenakten stammen. Operationen und Nachbehandlungen der Patienten sind von verschiedenen Behandlern durchgeführt worden. Zwar haben alle Operationen in der gleichen Klinik mit den gleichen Standards stattgefunden, doch erwartungsgemäß haben die behandelnden Ärzte unterschiedlich lange Berufserfahrung und andere subjektive Einschätzungen. Im Gegensatz zur vorliegenden Dissertation sind die untersuchten Operationen anderer Studien, wie beispielsweise bei SOBEIH und COTRAN (2017), nur von einem Operateur nach gleichem Standard vorgenommen worden [29]. Am anderen Ende der Bandbreite gibt es jedoch auch Multicenter Studien, wie die von KIRWAN et al. (2013), in der die Ergebnisse von neun Glaukomzentren in der Analyse betrachtet wurden [22].

Weiterhin kann nicht ausgeschlossen werden, dass Patienten im Laufe des betrachteten Zeitraums nicht mehr in der Augenklinik der Universitätsmedizin in Mainz zur Nachsorge vorstellig wurden. Die Gründe dafür können vielfältig sein, beispielsweise Erfolg der Glaukomoperation, Umzug, Tod oder das Konsultieren eines anderen Arztes. Von diesen Limitationen wird auch in anderen Studien berichtet. LANDERS et al (2012) berichten, dass es aufgrund von Patientenverlust in der Nachsorge zu Verzerrungen in der Studie kommen kann [30]. Da es sich um eine zeitlich begrenzte Anschauung des Zeitraums von Januar 2013 bis Dezember 2015 handelt, kann darüber hinaus zu Fällen vor und nach dieser Zeit keine Aussagen getroffen werden.

Trotz der beschriebenen Einschränkungen erlauben die Ergebnisse der vorliegenden Studie eine gute Einschätzung über auftretende Komplikationen sowie benötigte Revisionseingriffe. Aufgrund der großen Anzahl durchgeführter Operationen im Glaukomzentrum des Universitätsklinikums Mainz handelt es sich, verglichen mit anderen Studien, mit 811 Fällen um ein großes Patientenkollektiv. Daher können zuverlässige Aussagen über die Wirkung der Trabekulektomie getroffen werden.

5.2 Studiengröße

In der Literatur sind sehr verschiedene Studiengrößen über verschieden lange Beobachtungszeiträumen zu finden. Auch die Nachbeobachtungszeiträume variieren stark. FRANCIS et al. (2011) haben über einen Zeitraum von vier Jahren (1999 bis 2003) n=301 Augen mit einer durchgeführten Trabekulektomie untersucht und diese zwei Jahre nachbeobachtet [31].

LANDERS et al. (2012) betrachten über einen Zeitraum von drei Jahren (1988 bis 1990) n=234 mit einer Trabekulektomie behandelten Augen, welche sie jedoch 20 Jahre nachbeobachteten [30]. Auch BEVIN et al. (2008) wählten einen Zeitraum der Nachbeobachtung von bis zu 20 Jahren [32]. BLECHA et al. (2014) analysierten 118 Patienten bei denen innerhalb eines Zeitraums von neun Monaten eine Trabekulektomie durchgeführt wurde [2]. FUNK (1997) betrachtet 52 Patienten, die in einem Zeitraum von drei Jahren mit einer Trabekulektomie behandelt wurden [25]. In anderen Studien wie beispielsweise bei SOBEIH und COTRAN (2017) oder ANAND und ARORA(2007) ist das Patientenkollektiv deutlich kleiner mit weniger als 100 Augen mit benötigten Revisionseingriffen (n=60 bzw. n=54) [29, 33].

Vergleicht man die in drei Jahren 811 operierten Augen mit den Kollektiven der erwähnten Studien, ist die Stärke der vorliegenden Datenanalyse zu erkennen. Durch die große Anzahl der Patienten können die möglichen Verzerrungen einer retrospektiven Studie leichter korrigiert werden.

5.3 Erfolgsdefinition

In der Literatur liegt keine einheitliche Definition für den Erfolg einer Trabekulektomie vor. In verschiedenen Studien lassen sich unterschiedliche Erfolgskriterien für eine erfolgreiche Operation ausmachen. [20, 22, 34]

Als wichtigstes Erfolgskriterium gilt nach wie vor die Senkung des IOD [35]. Sie führt nachweislich zur Reduktion des Gesichtsfeldausfalls [36]. Ein Vermindern des IOD sorgt für ein langsames voranschreiten der Optikusneuropathie [37]. In einem Artikel für die WORLD GLAUCOMA ASSOCIATION schlugen HEUER et al. (2009) vor, dass die Erfolgsdefinition mit Hilfe des IOD immer ein oberes und ein unteres Limit sowie eine prozentuale Reduktion des IOD enthalten soll [34]. ROTCHFORD und KING (2010) stellten jedoch fest, dass häufiger die absolute als die relative Senkung des IOD genutzt wird [38]. Die Feststellung von ROTCHFORD und KING (2010) kann aufgrund einiger in der vorliegenden Dissertation verglichenen Studien bestätigt werden. So wird als alleiniges Studienziel der ADVANCED GLAUCOMA

INTERVENTION STUDY ein postoperativer IOD von unter 18 mmHg erwähnt [37]. LANDERS et al. (2012) Erfolgsziel ist ein IOD von unter 21 mmHg und eine Reduktion von 20% im Vergleich zum präoperativen IOD [30]. Für SOBEIH und COTRAN (2017) ist ein IOD von 16 mmHg oder niedriger und eine mindestens 20 prozentige Reduktion des präoperativen IOD ein Erfolg [29]. Bei ANAND und AURORA (2007) wird ein IOD zwischen 5 mmHg und 18 mmHg und eine Reduktion von 20% als Erfolg gewertet [33]. Diese Werte belegen die große Variabilität bei der Nutzung des IOD zur Definitionen des Erfolgs einer Operation.

Oberstes Ziel der Trabekulektomie ist der Erhalt der Funktion des Sehnervs. Daher sollten außer der Messung des IOD idealerweise auch eine Bewertungen des Gesichtsfeld und des Sehnervs mit in die Erfolgsdefinition einfließen [38]. Empfohlen wird eine Einteilung des Erfolgs in „vollständigen Erfolg“, „bedingter Erfolg“ und „Misserfolg“ [34]. Doch auch diese Einteilungen werden unterschiedlich definiert. Die postoperative Nutzung von antiglaukomatösen Augentropfen wird bei Untersuchungen von ROTCHFORD und KING (2010) bezüglich des Operationserfolgs unterschiedlich bewertet. Doch bei den meisten der hier betrachteten vergleichbaren Studien, wie von HEUER et al. (2009), ANAND und AURORA (2007), LANDERS et al. (2012), TULIDOWICZ-BIELAK et al. (2016), SOBEIH und COTRAN (2017) und BLECHA et al. (2014), wird die Verwendung von antiglaukomatösen Augentropfen als bedingter Erfolg definiert.

Vor allem bei der Bewertung von benötigten Revisionen in Bezug auf den Erfolg finden sich die meisten Unterschiede [22, 34, 38]. In dem Artikel von HEUER et al. (2009) für die WORLD GLAUCOMA ASSOCIATION wird erwähnt, dass eine Sutorolyse oder auch eine Goniopunktion nicht als Misserfolg gewertet werden, es zu Bewertung des Needlings jedoch sehr verschiedene Meinungen gibt [34]. Bei LANDERS et al. (2012), BEVIN et al. (2008) und SOBEIH und COTRAN (2017) werden grundsätzlich benötigte Revisionseingriffe als Misserfolg gewertet [29, 30, 32]. ANAND und AURORA (2007) sowie TULIDOWICZ-BIELAK et al. (2016) bewerten ein Needling in ihren Studien nicht als Misserfolg, sondern erst bei weiteren benötigten Revisionseingriffen wird von einem Scheitern der Trabekulektomie gesprochen [33, 39].

Die Varianz der Erfolgsdefinition führt zu abweichenden Erfolgsquoten. KIRWAN et al. (2013) zeigen auf, dass sich die Erfolgsquote in Abhängigkeit der Erfolgsdefinitionen ändert. In den betrachteten Fällen wird von einer Erfolgsrate von 65% berichtet. Sobald Needling und Fadennachlegung nicht weiter als Misserfolg definiert werden, erhöht sich die Erfolgsrate auf 77% [22].

Laut BLECHA et al. (2014) scheinen „die ersten postoperativen Wochen und Monate über den langfristigen Erfolg der Trabekulektomie zu entscheiden“ [2]. In der Studie ist der vollständige Erfolg bei den meisten Patienten im ersten postoperativen Jahr verfehlt worden [2]. FILI et al. (2018) sind der Ansicht, dass „der Langzeiterfolg [...] von der Entwicklung eines funktionell und morphologisch regelrechten Sickerkissens“ abhängt [27].

Insgesamt soll mit der Operation die Lebensqualität der Patienten aufrechterhalten werden. Daher muss bei der Definition des Erfolgs auch dies berücksichtigt werden. Im Artikel von KIRWAN et al. (2013) sind die Autoren daher auch der Meinung, dass ein Needling nicht zwangsläufig als ein Misserfolg zu werten ist. Denn wenn ein Patient nach dieser erneuten Operation nicht mehr auf antiglaukomatösen Medikamente angewiesen ist, steigert dies die Lebensqualität des Patienten und ist somit als Erfolg zu werten. [22]

Aufgrund der vielen unterschiedlichen Erfolgsdefinitionen in den verschiedenen Studien, ist es eine große Herausforderung, die Ergebnisse der Studien miteinander zu vergleichen und aussagekräftige Schlüsse über die eigenen Ergebnisse zu ziehen.

In der vorliegenden Arbeit ist kein Erfolgskriterium definiert worden. Es handelt sich lediglich um eine deskriptive Aufzählung der entstandenen postoperativen Komplikationen sowie der benötigten Revisionseingriffe. Aus den ausgewerteten Daten ergibt sich eine postoperative Komplikationsrate von 9,2% (95% KI: 7,4%-11,1%). Es handelt sich dabei um einen relativ kleinen Anteil. Jedoch ist es zuvorderst das Ziel, die postoperativen Komplikationen zu verringern. Bei 20,1% (95% KI:17,6% - 22,7%) der Patienten ist ein Revisionseingriff vorgenommen worden. Bei den meisten Operationen handelt es sich darüber hinaus um das Needling oder die Fadennachlegung. Wie bereits dargelegt, sind diese Revisionseingriffe nicht gleichbedeutend mit einem Misserfolg der Trabekulektomie. Auch für die Patienten ist ein solcher Revisionseingriff nicht zwangsläufig mit einem negativen Ausgang verbunden. Trotzdem ist es das Ziel, ebenso wie bei den Komplikationen auch, die Anzahl an Revisionseingriffen zu reduzieren.

5.4 Ergebnisse

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der vorliegenden Datenanalyse mit den Ergebnissen anderer Studien verglichen.

5.4.1 Alter

Die Prävalenz für eine Glaukomerkrankung steigt mit höheren Lebensjahren. Daher liegt auch der Zeitpunkt an dem die Trabekulektomie durchgeführt wird eher im höheren Alter der Patienten. In dieser Arbeit beträgt der Mittelwert des Alters der Patienten 66,75 Jahre mit einer Standardabweichung von 11,218 Jahren. Die Altersspanne liegt zwischen 20 und 92 Jahren. Im Vergleich zu anderen Studien, in denen der Ausgang von Trabekulektomien analysiert wurde, liegt das Alter in dieser Arbeit etwas niedriger als bei den Anderen. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant. Am ähnlichsten zu dieser Arbeit ist der Mittelwert von 68,3 Jahren und einer Standardabweichung von 12,1 Jahren welcher von BLECHA et al. (2014) erwähnt wird [2]. KIRWAN et al. (2013) erwähnen einen Mittel Wert von 69,2 Jahren mit einer Standardabweichung von 10,7 Jahren, sowie einer Altersspanne von 26 bis 92 Jahren [22]. Bei FRANCIS et al. (2011) waren die Patienten im Mittel 69,5 Jahre alt mit einer Standardabweichung von 13,8 Jahren [31]. BEVIN et al. (2008) erwähnen bei ihrem Patientenkollektiv einen Mittelwert von 70,4 Jahren mit einer Standardabweichung von 10,3 Jahren [32]. Das höchste Patientenalter in einer vergleichbaren Studie wurde von FILI et al. (2018) mit einem Mittelwert von 72,26 Jahren und einer Standardabweichung von 13,8 Jahren erwähnt [27].

5.4.2 Präoperativer IOD

Glaukomschäden werden häufig durch einen erhöhten IOD verursacht. Daher gilt ein erhöhter IOD als einer der wichtigsten diagnostischen Parameter bei einer Glaukomerkrankung. Daher kann davon ausgegangen werden, dass bei Augen mit Glaukomschaden, welche mit einer Trabekulektomie behandelt werden, ein erhöhter IOD nachgewiesen werden kann. Im vorliegenden Patientenkollektiv beträgt der Mittelwert des präoperativen IOD 25,77 mmHg mit einer Standardabweichung von 9,501 mmHg und einem Median von 24 mmHg. Damit ist dieser Wert insgesamt etwas höher als der vergleichbarer Studien. Den niedrigsten Mittelwert von 16,8 mmHg mit einer Standardabweichung von 6 mmHg findet sich in der Studie von TSENG et al. (2017), wobei diese Gruppe an Patienten auch alle eine anschließende Hypotonie aufweisen [40]. Jedoch ist in der Kontrollgruppe der Studie der

präoperative IOD bei einem Mittelwert von 20,3 mmHg und einer Standardabweichung von 8,8 mmHg im Vergleich niedrig [40].

Niedrigere Werte des präoperative IOD als in dieser Arbeit wurden in der Literatur unter anderem von PALANCA-CAPISTRANO et al. (2009) mit einem Mittelwert von 21,8 mmHg und einer Standardabweichung von 6,7 mmHg [23], von FILI et al. (2018) mit einem Mittelwert von 20,8 mmHg und einer Standardabweichung von 8,07 mmHg [27], von KASHIWAGI et al. (2016) mit einem Mittelwert von 22,2 mmHg und einer Standardabweichung von 7,6 mmHg [21], sowie von KIRWAN et al. (2013) mit einem Mittelwert von 23,0 mmHg und einer Standardabweichung von 5,5 mmHg [22] erwähnt. Einen sehr ähnlichen präoperativen IOD Wert findet sich in der Studie von FRANCIS et al. (2011) bei einem Mittelwert von 24,5 mmHg und einer Standardabweichung von 9,9 mmHg [31]. Den mit Abstand größten Wert in einer vergleichbaren Studie befindet sich bei BLECHA et al. (2014) mit einem Median von 29 mmHg [2].

5.4.3 Antimetaboliten

An der Augenklinik der Universitätsmedizin in Mainz wird die Gabe von intraoperativen MMC standardmäßig bei jeder Trabekulektomie verwendet, sobald keine Kontraindikation besteht. Dies ist ein weit verbreitetes Vorgehen, denn auch in den Studien von BLECHA et al. (2014) und FRANCIS et al. (2011) wurde jede Trabekulektomie mit der Zugabe von intraoperativen MMC durchgeführt [2, 31]. Bei KIRWAN et al. (2013) wurden 93% der Operationen mit Antimetaboliten durchgeführt, von denen 63% mit MMC benutzt werden [22].

5.4.4 Medikation

Der erhöhte IOD der in der vorliegenden Studie berücksichtigten Patienten, ist im Vorfeld einer Operation durchschnittlich mit 2,98 Wirkstoffen in Form von Augentropfen therapiert worden. Die Standardabweichung beträgt 1,059 Wirkstoffe. Ähnliche Werte werden von FILI et al. (2018) mit einem Mittelwert von 2,87 Wirkstoffen und einer Standardabweichung von 0,54 Wirkstoffen ermittelt [27]. ANAND und ARORA (2007) hatten in ihrer Studie vor der Operation einen Mittelwert von 2,0 Wirkstoffen mit einer Standardabweichung von 1,1 Wirkstoffen [33]. Postoperativ waren nur noch bei 42,5% der Patienten Medikamente notwendig, bei denen im Mittel 0,8 Wirkstoffe appliziert wurden, hier mit einer Standardabweichung von 1,2 Wirkstoffen [33]. Im Artikel von TULIDOWICZ-BIELAK et al. (2016) wird ein präoperativer Mittelwert von 1,5 Wirkstoffen beschrieben bei einer

Standardabweichung von 0,4 Wirkstoffen [39]. Dieser Wert war postoperativ nach 12 Monaten auf einen Mittelwert von 0,8 Wirkstoffen mit einer Standardabweichung von 1,0 Wirkstoffen gesunken, nach 60 Monaten stieg der Mittelwert jedoch wieder auf 1,9 Wirkstoffe mit einer Standardabweichung von 1,1 Wirkstoffen [39]. In der vorliegenden Arbeit hat es postoperativ keinen einheitlichen Zeitpunkt notwendiger Medikation gegeben, sodass kein aussagekräftiger Wert ermittelt werden kann. Es lässt sich jedoch erkennen, dass im Anschluss an die Trabekulektomie eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine weitere Notwendigkeit einer Applikation von Augentropfen gegeben ist.

5.4.5 Diagnosen

Bei 64,2% der Patienten des vorliegenden Kollektivs lautete die Diagnose primäres Offenwinkelglaukom. Es ist damit die am häufigsten gestellte Glaukomdiagnose. Auch in der Literatur ist das POWG oft die häufigste Form des Glaukoms [1, 6] und dies vor allem bei Menschen mit europäischer Herkunft [1]. LANDERS et al. (2012) mit 62% und FRANCIS et al. (2011) mit 63,3% haben einen sehr ähnlichen Anteil an POWG in Ihren Studien beschrieben [30, 31]. KIRWAN et al. (2013) haben mit 92% in ihrer Studie einen noch höheren Anteil von Patienten mit POWG [22]. TSENG et al. (2017) erwähnen 79% Patienten mit POWG [40] und AL-SHAHWAN et al. (2006) beschreiben mit nur 23,5% Patienten mit POWG den geringsten Anteil dieser Diagnose [26]. An zweiter Stelle steht in der vorliegenden Arbeit mit 17,1% das Pseudoexfoliationsglaukom. Dieser Anteil ist im Vergleich zu den anderen betrachteten Studien größer. Beschrieben wird das PEX von FRANCIS et al. (2011) mit einem Anteil von 9,3% [31], von AL-SHAHWAN et al. (2006) mit 8,8% [26], von LANDERS et al. (2012) mit 4,3% [30] und von KIRWAN et al. (2013) nur mit 4% [22]. Auch das Normaldruckglaukom, welches in der vorliegenden Arbeit mit einem Anteil von 7,3% auftritt, wird in vergleichbarer Literatur mit geringerem Anteil beschrieben. Bei KIRWAN et al. (2013) und FRANCIS et al. (2011) wird das Normaldruckglaukom mit einem Anteil von 4% erwähnt [22, 31], bei LANDERS et al. (2012) sogar nur mit 2,6% [30]. In anderen, vergleichbaren Studien wird häufig ein hoher Anteil an Engwinkelglaukomen genannt, das jedoch in der vorliegenden Arbeit nur in 0,9% der Fälle diagnostiziert worden ist. Beschrieben wird das Engwinkelglaukom von TSENG et al. (2017) mit 8,8% [40], von LANDERS et al. (2012) mit 9,8% [30], von AL-SHAHWAN et al. (2006) sogar mit 29,4% [26] und auch von FRANCIS et al. (2011) mit einem sehr großen Anteil von 33,5% [31].

Für die unterschiedliche prozentuale Verteilung der Diagnosen können viele Gründe vorliegen. Einerseits kann die unterschiedliche Größe des Patientenkollektivs ursächlich sein. Andererseits ist bei bestimmten Ethnien ein gehäuftes Auftreten von einzelnen Glaukomdiagnosen nachweisbar. Allerdings ist der ethnischen Hintergrund der einzelnen Patienten nicht in jeder der betrachteten Studien mit ausgewertet worden, sodass eine Häufung bestimmter Diagnosen nicht auf die Ethnie der Patienten zurückgeführt werden kann.

5.4.6 Voroperationen

In der vorliegenden Arbeit ist untersucht worden, wie viele Patienten sich im Vorfeld der an der Universitätsmedizin in Mainz durchgeführten Trabekulektomie schon einer Operation an den Augen haben unterziehen müssen, da alle Augenoperationen einen Einfluss auf den erfolgreichen Ausgang der Trabekulektomie haben können. Es wurden in der vorliegenden Arbeit nur Patienten mit einer primären Trabekulektomie betrachtet. In anderen Studien wie beispielsweise der von ALIZADEH et al. (2018) und ALWITRY et al. (2008) werden dagegen auch Augen mit einer vorhergegangene Trabekulektomie mit in die Studie einbezogen [41, 42]. Insgesamt wurden bei ALWITRY et al. (2008) n=47 (39,5%) Augen voroperiert [42]. Die Iridotomie wurde dabei mit einem Anteil von n=8 (6,7%), die Lasertrabekuloplastik ALT mit einem Anteil von n=7 (5,9%) und die Trabekulektomie mit einem Anteil von n=13 (10,9%) durchgeführt [42]. Bei ALIZADEH et al. (2018) wurden n=2 (10%) Augen mit einer Trabekuloplastik und sämtliche Patienten mit einem Drainage Implantat vorbehandelt [41].

In der vorliegenden Arbeit liegt der Anteil der voroperierten Augen bei 45,1%. Dieser Wert liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie die in der Literatur vorgefundenen Werte. Jedoch muss hierbei beachtet werden, dass in der Literatur auch abweichende Definitionen von Voroperation genutzt werden. Daher sind die Werte schwer vergleichbar. Beispielsweise wird von ALWITRY et al. (2008) die Phakoemulsifikation mit 23,5% nicht in der Statistik der Voroperationen berücksichtigt [42]. Da diese Operation in der vorliegenden Arbeit jedoch den größten Teil der Voroperationen ausmacht, ist hier ein Vergleich nur sehr eingeschränkt möglich. Bei den Einzelwerten der verschiedenen Operationen sind die Werte bei beispielsweise den Trabekuloplastiken ALT und SLT mit 3,6% und der Iridotomie mit 3,1% etwas niedriger als in der vergleichbaren Literatur.

5.4.7 Komplikationen

In der vorliegenden Studie wird von n=75 postoperativen frühen Komplikationen in den Arztbriefen berichtet. Dies entspricht 9,2% (95% KI: 7,4%-11,1%) des Gesamtkollektivs. Im Vergleich zu beispielsweise KASHIWAGI et al. (2016), die einen Anteil an Komplikationen von 14,3% angeben, handelt es sich hierbei um einen geringen Wert [21]. Die Einteilung nach frühen und späten Komplikationen ist jedoch nicht immer einheitlich und auch meist nicht genau beschrieben. In vielen Studien werden nur einzelne Komplikationen betrachtet.

Die am häufigsten beschriebene Komplikation ist die Bulbushypotonie. Auch in der vorliegenden Arbeit ist die Bulbushypotonie mit 4,9% (95% KI: 3,6% - 6,3%) die am häufigsten vorkommende Komplikation. Sehr ähnliche Werte lassen sich bei CASSON et al. (2001) und bei STÜRMER et al. (2003) finden. Die Häufigkeit der Bulbushypotonie beträgt in beiden Studien 4,8% der Patienten [43, 44]. Auch einen ähnlichen Wert beschreiben ANAND und ARORA (2007) mit 3,7%, wobei es sich dabei um sehr kleines Patientenkollektiv handelt [33]. KIRWAN et al. (2013) beschreiben ein Auftreten einer Bulbushypotonie nach sechs Monaten in 7,2% der Fälle [22]. Deutlich unter dem Wert der vorliegenden Studie liegt die Anzahl der Bulbushypotonien bei TSENG et al. (2017) mit nur 1,7% [40]. Deutlich höhere Werte zeigen sich bei BINDLISH et al. (2002) mit 42,3%, bei FILI et al. (2018) mit 21,9%, sowie bei BEVIN et al. (2008) mit 39% [27, 32, 45]. Bei den beiden letzten Studien wurden die Patienten über sehr lange Zeiträume betreut, weshalb man in Betracht ziehen kann, dass Hypotonien auch gehäuft noch spät im Therapieverlauf auftreten können. Insgesamt variieren die Werte sehr stark, sodass ein genauer Vergleich unmöglich scheint.

In einigen Studien werden neben der Bulbushypotonie insgesamt auch Komplikation, die in Zusammenhang mit einer Hypotonie stehen einzeln aufgeführt. BLECHA et al. (2014) beschreiben eine Anzahl der Aderhautamotio von 16,9% und eine Anzahl der Vorderkammerabflachung von 9,3% [2]. KIRWAN et al. (2013) nennt 5% Aderhautamotio und 0,9% Vorderkammerabflachungen [22]. Die Aderhautamotio wird auch bei BEVIN et al. (2008) mit 12% und KASHIWAGI et al. (2016) mit 5,5% im Einzelnen aufgeführt [21, 32]. Die Vorderkammerabflachung kam in der Studie von ALZADEH et al. (2018) in keinem Patientenfall vor [41].

In dieser Arbeit kam eine Bindehautfistel nur mit 1,7% (95% KI: 1,0% - 2,5%) des Gesamtkollektivs vor. Im Vergleich mit anderen Studien handelt es sich dabei um einen niedrigen Wert. Einen ähnlichen aber doch höheren Wert geben ANAND und ARORA (2007) mit 3,7% an [33]. Bei KIRWAN et al. (2013) wird schon eine höherer

Wert von 13,6% beschrieben [22]. AL-SHAHWAN et al. (2006) und ALWITRY et al. (2008) geben in ihren Studien einen Wert für eine frühe Bindehautfistel mit 20,6% bzw 22,7% an [26, 42].

Eine Blebitis wurde in dieser Arbeit in einer Anzahl von n=1 (0,1%) beobachtet. Auch in anderen Studien ist diese Komplikation eine der seltenen. Bei BLECHA et al. (2014) und bei CASSON et al. (2001) wurde keine Blebitis im Follow-up festgestellt [2, 43]. ANAND und ARORA (2007) beschreiben bei 3,7% der Patienten eine Blebitis [33]. KASHIWAGI et al. (2016) beschreiben in ihrer Arbeit eine mit dem Filterkissen assoziierte Infektion von 1,7% [21]. Eine Endophthalmitis wird von KIRWAN et al. (2013) mit 1% und von AL-SHAHWAN et al. (2006) mit 2,9% beschrieben [22, 26].

Das Hyphaema taucht in dieser Statistik nicht auf. Von anderen Autoren wird es als mögliche Komplikation beschrieben. Ähnliche Größenordnungen dazu geben KIRWAN et al. (2013) mit 5,8% und ANAND und ARORA (2007) mit 5,6% [22, 33]. FILI et al. (2018) nennen einen Wert von 4,17% und CASSON et al. (2001) einen Wert von 9,5%, wobei in den beiden Artikeln auch von einer selbst Resorption des Hyphaemas geschrieben wird [27, 43].

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die einzelnen Werte der Komplikationen schwer zu vergleichen sind. In dieser Arbeit wurden die Informationen aus Arztbriefen gezogen und insgesamt wurden die Komplikationen von verschiedenen Ärzten eingeschätzt. Außerdem sind kurzzeitige Komplikationen, wie beispielsweise eine kurzfristige Bulbushypotonie, nicht immer erfasst worden, was bei einem kleinen Patientenkollektiv große Auswirkungen auf das ermittelte Ergebnis hat.

5.4.8 Revisionen

Die Anzahl der insgesamt durchgeführten Revisionen mit anderen Studien zu vergleichen, hat sich als besonders schwierig herausgestellt. Denn in den verschiedenen Studien wurden nicht alle postoperativen Eingriffe gleichermaßen als Revisionen definiert. Bei KASHIWAGI et al. (2016) wurden die Behandlungen in postoperative Vorgehen („postoperative procedures“) und postoperative Glaukomoperationen („postoperative glaucoma surgery“) unterteilt [21]. Dort wurde unter postoperativem Vorgehen auch die Kataraktoperation mit einbezogen, welche in der vorliegenden Auswertung nicht als Revision mit einbezogen wurde [21].

Besser vergleichen lassen sich daher die einzelnen Revisionen. Wie auch in dieser Arbeit hat sich in vielen anderen Studien das Needling als häufigste Revision hervorgehoben [2, 21, 33, 46, 47]. In dieser Auswertung beläuft sich der Anteil der

durchgeführten Needlings auf 15% des Kollektivs. Ähnliche Werte waren zu finden bei BLECHA et al (2014) mit 14,4 % [2], bei KASHIWAGI et al (2016) mit 12% [21] und bei ALIZADEH et al (2018) mit 15% [41]. Viel höhere Werte für notwendig durchgeführte Needlings finden sich bei ANAND und ARORA (2007) mit 42,5% [33] und bei TAUBE et al. (2009) mit 70% [46].

Die Fadennachlegung kommt in dieser Statistik in 5,9% der Patientenfälle zum Einsatz. FILI et al. (2018) beschreiben die Fadennachlegung mit einer Anzahl von nur 0,62% [27], ALIZADEH et al. (2018) jedoch mit 10% [41] und ALWITRY et al. (2009) mit schon 14,8% [42]. Hier lassen sich sehr unterschiedliche Werte finden.

Nur 1% der Patienten benötigt in dieser Arbeit eine Re-Trabekulektomie. Ähnliche Werte finden sich bei FILI et al. (2018) mit 1,98% der Patienten [27] und bei BEVIN et al. (2008) mit 1,07% der Patienten [32]. Wobei bei BEVIN et al. (2008) insgesamt 7,7% der Patienten ein wiederholtes Vorgehen zur Filtration („repeat drainage procedure“) benötigten und dem größeren Anteil ein Implantat eingesetzt wurde anstatt einer Re-Trabekulektomie [32]. KASHIWAGI et al. (2016) beschreiben einen Anteil von 5% Re-Trabekulektomien [21] und BLECHA et al. (2014) einen Anteil von 11% [2].

Insgesamt lässt sich auch hier erkennen, dass sehr unterschiedliche Werte in den verschiedenen Studien zu finden sind. Durch verschieden große Patientenkollektive und auch verschieden lange Zeiträume in denen die Patienten nachbeobachtet wurden, sind die Ergebnisse in diesem Abschnitt nur bedingt vergleichbar.

5.4.9 Korrelationen

Bei der Untersuchung der Korrelationen verschiedener Variablen zu entstandenen Komplikationen oder notwendigen Revisionen konnten in dieser Arbeit keine statistisch relevanten Zusammenhänge und Auffälligkeiten erkannt werden. FRANCIS et al. (2011) haben Variablen, wie das Patientenalter, den präoperativen IOD, das Geschlecht der Patienten, sowie die Glaukom Diagnose, in Hinblick auf langfristigen Sehverlust durch ein Glaukom betrachtet. Keine der Variablen war prädiktiv dafür [31]. Bei BLECHA et al. (2014) wurde Patienten nach der Höhe ihres präoperativen IOD in zwei Gruppen unterteilt. Statistisch ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich der Notwendigkeit einer postoperativen Intervention [2]. Einzig eine Abflachung der Vorderkammer wurde bei Patienten mit einem höheren präoperativen IOD statistisch häufiger beobachtet [2]. KAROLINA et al. (2015) beobachteten nur die Komplikation der Filterkissenleckage. Dabei haben sie festgestellt, dass ein jüngeres Patientenalter (unter 55 Jahre)

Diskussion

statistisch ein Risikofaktor für diese Komplikation ist [47]. In der Statistik dieser Arbeit ergaben sich zwar keine markanten statistischen Ergebnisse das Alter betreffend, allerdings sind die jüngeren Patienten häufiger ohne Komplikationen und ohne Revisionseingriffe behandelt worden. Statistisch keine signifikanten Unterschiede fanden KAROLINA et al. (2015) bei der Komplikation der Filterkissenleckage bezogen auf Variablen wie der Glaukomdiagnose, des präoperativen IOD oder der Prämedikation [47]. Auch haben sie kein signifikant erhöhtes Risiko für benötigte Revisionen bei Filterkissenleckagen beobachtet [47].

6 Zusammenfassung

Das Glaukom steht laut WHO an dritter Stelle der weltweiten Hauptgründe für Erblindungen [3]. Die EUROPEAN GLAUCOMA SOCIETY hat in diesem Zusammenhang festgestellt, dass das Glaukom in westlichen Ländern insgesamt zu spät diagnostiziert wird [5]. Dabei hat eine frühzeitige Senkung des IOD einen positiven Einfluss auf den Verlauf von Glaukomschäden [15]. Ist der IOD medikamentös nicht einzustellenden oder der Krankheitsverlauf weit fortgeschrittenen, wird mit Hilfe der Trabekulektomie eine Senkung des IOD chirurgisch durchgeführt [1].

Die vorliegende Arbeit untersucht Komplikationen und Revisionseingriffe nach der Trabekulektomie. Das Ziel ist es, statistisch Zusammenhänge zu ermitteln. Dazu sind insgesamt 811 operierte Augen in der Untersuchung betrachtet worden, welche im Zeitraum von drei Jahren (2013-2015) in der Augenklinik der Universitätsmedizin in Mainz einer Trabekulektomie unterzogen worden sind. Alle erfassten Parameter wurden dichotomisiert in das Statistikprogramm eingefügt. Die ermittelten Daten wurden deskriptiv erläutert und in Diagrammen grafisch aufbereitet. Außerdem sind Daten miteinander verglichen worden, um Korrelationen zwischen patientenbezogenen Faktoren und dem Entstehen von Komplikationen oder benötigten Revisionen zu erkennen.

Als besonders kompliziert hat sich der Vergleich von erhobenen Werten mit Angaben aus der Literatur erwiesen. Es gibt unter den Autoren keinen Konsens über die Einteilung bzw. die Definition von Komplikationen oder Revisionen. So gibt es beispielsweise keine allgemeingültige Definition, welche postoperativen Eingriffe eine Revisionen sind und welche nicht. Daher können häufig nur einzelne Komplikationen oder Revisionen miteinander verglichen werden. Vergleicht man die einzelnen Werte der Revisionen oder Komplikationen miteinander, fällt auf, dass die Bandbreite der angegebenen Werte in den verschiedenen Studien sehr groß ist. Diese Unterschiede ergeben sich mutmaßlich durch die verschiedenen Randbedingungen der einzelnen Studien. Es finden sich Unterschiede in den Größen des Patientenkollektivs, der Art der Studie, ob klinisch oder statistisch und auch in der Beurteilung der Befunde durch verschiedene Ärzte.

Als eine Stärke der vorliegenden Studie ist das im Vergleich zur Literatur große Patientenkollektiv identifiziert worden. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die ermittelten Ergebnisse valide sind.

Zusammenfassung

Das wichtigste Ergebnis der Untersuchung ist die fehlende Korrelation verschiedener präoperativer Situationen zu entstandenen Komplikationen oder notwendigen Revisionen. In Kapitel 4.14 dieser Arbeit sind keine statistisch relevanten Zusammenhänge identifiziert worden. Daher ist davon auszugehen, dass das Auftreten von Komplikationen sowie die Notwendigkeit von Revisionen nicht durch die untersuchten statistischen Parameter begünstigt werden. Nicht einmal für einen erhöhten IOD, der als wichtigster diagnostischer Parameter bei einer Glaukomerkrankung gilt, kann eine Korrelation nachgewiesen werden. Auch in anderen Studien zeigen sich keine statistisch relevanten Korrelationen. Die ermittelten Ergebnisse sind daher durchaus in Einklang mit den in der Literatur zu findenden Statistiken.

Einzig bei der Korrelation des Patientenalters zu entstandenen Komplikationen und notwendigen Revisionen kann eine leichte Auffälligkeit nachgewiesen werden. Grundsätzlich ist eine steigende Prävalenz für eine Glaukomerkrankung mit höheren Lebensaltern in der Literatur nachgewiesen. Die in der Studie betrachteten Patienten mit einem Alter von 45 Jahren oder jünger waren von Komplikationen und Revisionen seltener betroffen. Daraus lässt sich schließen, dass das Alter und damit auch der allgemeine Gesundheitszustand des Patienten im Vergleich zum IOD der größere Risikofaktor für eine Komplikation oder eine notwendige Revision ist.

Literaturverzeichnis

1. Kanski, J.J. and B. Bowling, *Klinische Ophthalmologie*. 2012: München. p. 380-409.
2. Blecha, C., et al., *[Outcome and complications after trabeculectomy depending on the preoperative intraocular pressure]*. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2014. **231**(8): p. 818-21.
3. World Health Organization. *Blindness and visual impairment [Internet]*. 2017 [cited 26.04.2018; Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/>].
4. Bertram, B., *Blindheit und Sehbehinderung in Deutschland: Ursachen und Häufigkeiten*. *Der Augenarzt*, 2005. **6. Heft**.
5. European Glaucoma Society, *Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Chapter 3: Treatment principles and options Supported by the EGS Foundation: Part 1: Foreword; Introduction; Glossary; Chapter 3 Treatment principles and options*. *Br J Ophthalmol*, 2017. **101**(6): p. 130-195.
6. Grehn, F., *Augenheilkunde*, in *Springer-Lehrbuch*. 2012: Berlin, Heidelberg. p. 316-336.
7. Bourne, R.R.A., et al., *Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis*. *Lancet Glob Health*, 2017. **5**(9): p. e888-e897.
8. Lee, P.P., et al., *Glaucoma in the United States and Europe: predicting costs and surgical rates based upon stage of disease*. *J Glaucoma*, 2007. **16**(5): p. 471-8.
9. Lorenz, K., et al., *Direct cost and predictive factors for treatment in patients with ocular hypertension or early, moderate and advanced primary open-angle glaucoma: the CoGIS study in Germany*. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2013. **251**(8): p. 2019-28.
10. Fiscella, R.G., et al., *Cost of illness of glaucoma: a critical and systematic review*. *Pharmacoeconomics*, 2009. **27**(3): p. 189-98.
11. Quigley, H.A. and A.T. Broman, *The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020*. *Br J Ophthalmol*, 2006. **90**(3): p. 262-7.
12. Schünke, M., et al., *Kopf, Hals und Neuroanatomie : 123 Tabellen*, in *Prometheus : LernAtlas der Anatomie / Michael Schünke ; Erik Schulte ; Udo Schumacher*. Ill. von Markus Voll ... 2012: Stuttgart u.a. p. 161.
13. De Moraes, C.G., et al., *Risk factors for visual field progression in the low-pressure glaucoma treatment study*. *Am J Ophthalmol*, 2012. **154**(4): p. 702-11.
14. European Glaucoma Society, *Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Part 1 Supported by the EGS Foundation*. *British Journal of Ophthalmology*, 2017. **101**(4): p. 1-72.
15. European Glaucoma Society, *Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition - Chapter 2: Classification and terminology Supported by the EGS Foundation: Part 1:*

- Foreword; Introduction; Glossary; Chapter 2 Classification and Terminology.* Br J Ophthalmol, 2017. **101**(5): p. 73-127.
16. Drance, S., D.R. Anderson, and M. Schulzer, *Risk factors for progression of visual field abnormalities in normal-tension glaucoma.* Am J Ophthalmol, 2001. **131**(6): p. 699-708.
 17. De Fendi, L.I., et al., *Mitomycin C versus 5-fluorouracil as an adjunctive treatment for trabeculectomy: a meta-analysis of randomized clinical trials.* Clin Exp Ophthalmol, 2013. **41**(8): p. 798-806.
 18. Leydhecker, W., K. Akiyama, and H.G. Neumann, *[Intraocular pressure in normal human eyes].* Klin Monbl Augenheilkd Augenarztl Fortbild, 1958. **133**(5): p. 662-70.
 19. Jonescu-Cuypers, C.P. and B. Seitz, *[Postoperative complications and management of filtration surgery].* Ophthalmologe, 2009. **106**(11): p. 1029-39.
 20. Feldman, R.M. and R.R. Tabet, *Needle revision of filtering blebs.* J Glaucoma, 2008. **17**(7): p. 594-600.
 21. Kashiwagi, K., et al., *Change in visual acuity and associated risk factors after trabeculectomy with adjunctive mitomycin C.* Acta Ophthalmol, 2016. **94**(7): p. e561-e570.
 22. Kirwan, J.F., et al., *Trabeculectomy in the 21st century: a multicenter analysis.* Ophthalmology, 2013. **120**(12): p. 2532-2539.
 23. Palanca-Capistrano, A.M., et al., *Long-term outcomes of intraoperative 5-fluorouracil versus intraoperative mitomycin C in primary trabeculectomy surgery.* Ophthalmology, 2009. **116**(2): p. 185-90.
 24. Bitrian, E., B.J. Song, and J. Caprioli, *Bleb revision for resolution of hypotony maculopathy following primary trabeculectomy.* Am J Ophthalmol, 2014. **158**(3): p. 597-604.e1.
 25. Funk, J., *[Surgical revision for hypotonia after glaucoma operation with mitomycin C].* Ophthalmologe, 1997. **94**(6): p. 419-23.
 26. Al-Shahwan, S., et al., *Long-term follow up of surgical repair of late bleb leaks after glaucoma filtering surgery.* J Glaucoma, 2006. **15**(5): p. 432-6.
 27. Fili, S., S. Seddig, and M. Kohlhaas, *[Long-Term Results after Trabeculectomy Combined with Mitomycin C and Ologen Implant].* Klin Monbl Augenheilkd, 2018.
 28. Fagerli, M., K.T. Lofors, and T. Elsas, *Needling revision of failed filtering blebs after trabeculectomy: a retrospective study.* Acta Ophthalmol Scand, 2003. **81**(6): p. 577-82.
 29. Sobeih, D.H. and P.R. Cotran, *Posterior Surgical Revision of Failed Fornix-based Trabeculectomy.* J Glaucoma, 2017. **26**(10): p. 947-953.
 30. Landers, J., et al., *A twenty-year follow-up study of trabeculectomy: risk factors and outcomes.* Ophthalmology, 2012. **119**(4): p. 694-702.
 31. Francis, B.A., et al., *Vision loss and recovery after trabeculectomy: risk and associated risk factors.* Arch Ophthalmol, 2011. **129**(8): p. 1011-7.

Literaturverzeichnis

32. Bevin, T.H., A.C. Molteno, and P. Herbison, *Otago Glaucoma Surgery Outcome Study: long-term results of 841 trabeculectomies*. Clin Exp Ophthalmol, 2008. **36**(8): p. 731-7.
33. Anand, N. and S. Arora, *Surgical revision of failed filtration surgery with mitomycin C augmentation*. J Glaucoma, 2007. **16**(5): p. 456-61.
34. Heuer, D., et al., *Consensus on definitions of success*. Guidelines on design and reporting of glaucoma surgical trials, 2009: p. 15.
35. Bathija, R., et al., *Changing definition of glaucoma*. J Glaucoma, 1998. **7**(3): p. 165-9.
36. Heijl, A., et al., *Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial*. Arch Ophthalmol, 2002. **120**(10): p. 1268-79.
37. The AGIS Investigators, *The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration*. Am J Ophthalmol, 2000. **130**(4): p. 429-40.
38. Rotchford, A.P. and A.J. King, *Moving the goal posts definitions of success after glaucoma surgery and their effect on reported outcome*. Ophthalmology, 2010. **117**(1): p. 18-23.e3.
39. Tulidowicz-Bielak, M., E. Kosior-Jarecka, and T. Zarnowski, *Revision of trabeculectomy filtering blebs with mitomycin C: Long term results*. Indian J Ophthalmol, 2016. **64**(11): p. 822-828.
40. Tseng, V.L., et al., *Risk Factors and Long-Term Outcomes in Patients with Low Intraocular Pressure after Trabeculectomy*. Ophthalmology, 2017. **124**(10): p. 1457-1465.
41. Alizadeh, R., et al., *Trabeculectomy Outcomes After Glaucoma Drainage Device Surgery*. J Glaucoma, 2018. **27**(2): p. 133-139.
42. Alwitry, A., et al., *Early bleb leak after trabeculectomy and prognosis for bleb failure*. Eye (Lond), 2009. **23**(4): p. 858-63.
43. Casson, R., R. Rahman, and J.F. Salmon, *Long term results and complications of trabeculectomy augmented with low dose mitomycin C in patients at risk for filtration failure*. Br J Ophthalmol, 2001. **85**(6): p. 686-8.
44. Sturmer, J., F. Meier, and G.M. Sarra, *[Filtering glaucoma surgery as outpatient procedure]*. Klin Monbl Augenheilkd, 2004. **221**(5): p. 334-8.
45. Bindlish, R., et al., *Efficacy and safety of mitomycin-C in primary trabeculectomy: five-year follow-up*. Ophthalmology, 2002. **109**(7): p. 1336-41; discussion 1341-2.
46. Taube, A.B., P. Niemela, and A. Alm, *Trabeculectomy with an active postoperative regimen: results and resource utilization*. Acta Ophthalmol, 2009. **87**(5): p. 524-8.
47. Karolina, C., et al., *Risk Factors for a Severe Bleb Leak Following Trabeculectomy: A Retrospective Case-Control Study*. J Glaucoma, 2015. **24**(7): p. 493-7.

Lebenslauf

Lebenslauf