

Aus dem Lehrstuhl für Augenheilkunde

Direktor: Prof. Dr. Horst Helbig

der Medizinischen Fakultät

der Universität Regensburg

**Einflussfaktoren auf den Operationserfolg bei der Therapie der**

**rhegmatogenen Ablatio retinae mit abgehobener Makula**

Inaugural – Dissertation

Zur Erlangung des Doktorgrades

der Medizin

der Fakultät für Medizin

der Universität Regensburg

vorgelegt von

Michael Igl

2020



Aus dem Lehrstuhl für Augenheilkunde  
Direktor: Prof. Dr. Horst Helbig  
der Medizinischen Fakultät  
der Universität Regensburg

**Einflussfaktoren auf den Operationserfolg bei der Therapie der  
rhegmatogenen Ablatio retinae mit abgehobener Makula**

Inaugural – Dissertation  
Zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin  
der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Michael Igl  
2020

Dekan: Prof. Dr. Dirk Hellwig

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Horst Helbig

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Mark Berneburg

Tag der mündlichen Prüfung: 02.12.2020

# Inhalt

1.0 Hintergrund .....	1
2.0 Einleitung .....	2
2.1 Anatomie der Netzhaut.....	2
2.2 Das Krankheitsbild der Netzhautablösung .....	6
2.2.1 Epidemiologie der Netzhautablösung .....	6
2.2.2 Pathophysiologie der Netzhautablösung .....	6
2.2.3 Risikofaktoren für eine Netzhautablösung .....	9
2.3 Klinik und Untersuchung.....	10
2.4 Therapiemöglichkeiten .....	11
2.4.1 Geschichtliche Entwicklung der Chirurgie bei Netzhautablösung .....	11
2.4.2 Eindellende Operation .....	14
2.4.3 Pars plana Vitrektomie .....	15
3.0 Patienten und Methoden.....	21
3.1 Patientenauswahl .....	21
3.2 Methoden .....	21
4.0 Statistische Auswertungen der Ergebnisse .....	24
4.1 Deskriptive Datenauswertung.....	24
4.1.1 Geschlecht.....	24
4.1.2 Alter .....	24
4.1.3 Betroffenes Auge .....	25
4.1.4 Visus präoperativ .....	25
4.1.5 Linsenstatus .....	26
4.1.6 Ursächliche Netzhautläsion .....	27
4.1.7 Größe des abgelösten Netzhautareals .....	27
4.1.8 Anzahl der Löcher .....	29
4.1.9 Einteilung nach Schweregrad .....	29

4.1.10 Zeitpunkt der Versorgung .....	29
4.2 Operative Versorgung .....	31
4.2.1 Op-Methode.....	31
4.2.2 Operateur .....	33
4.2.3 Zugang bei pars plana Vitrektomie .....	36
4.2.4 Verwendete Endotamponade .....	36
4.2.5 Kryokoagulation und Laserkoagulation.....	37
4.2.6 Ersatz der Linse bei phaken Patienten .....	37
4.3 Ergebnisse .....	41
4.3.1 Anzahl der Operationen bis zur anhaltenden Netzhautanlage .....	41
4.3.2 Einflussfaktoren auf die Anzahl der Operationen bis zur anhaltenden Netzhautanlage .....	41
4.3.3 Visus ein Jahr postoperativ .....	61
4.3.4 Einflussfaktoren auf den Visus ein Jahr postoperativ .....	63
4.3.5 Zusammenfassung der Einflussfaktoren auf den Operationserfolg .....	78
4.3.6 Zusammenfassung der statistisch signifikanten Unterschiede .....	81
5.0 Diskussion .....	82
5.1 Epidemiologische Daten.....	82
5.2 Basisdaten.....	82
5.3 Operative Versorgung .....	83
5.4 Signifikante Einflussfaktoren auf den anatomischen und funktionellen Erfolg .	86
5.5 Zusammenfassung.....	92
6.0 Tabellenverzeichnis .....	94
7.0 Abbildungsverzeichnis.....	98
8.0 Abkürzungsverzeichnis.....	99
9.0 Literaturverzeichnis.....	100
10.0 Danksagung .....	111

## **1.0 Hintergrund**

Die rhegmatogene Ablatio retinae ist eine komplexe Erkrankung auf dem Gebiet der Augenheilkunde und bedarf in der Regel einer operativen Therapie. Hierzu haben sich mehrere Operationsmethoden etabliert. Allerdings ist sich die internationale Literatur aber noch nicht einig, welches Verfahren bei welchen Voraussetzungen am besten geeignet ist.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer retrospektiven, klinischen Studie eine große Kohorte von 1290 Patienten über einen langen Zeitraum von fünfeinhalb Jahren im Hinblick auf verschiedene Einflussfaktoren auf den Operationserfolg bei rhegmatogener Ablatio retinae zu analysieren und dadurch Aussagen zu gewinnen, zu welchen Graden der Erkrankung eine spezifische Therapie den größten Erfolg zu versprechen scheint.

Als Erfolgsfaktoren gelten hierbei der anatomische Erfolg, d.h. die erfolgreiche Wiederanlage der Netzhaut und der funktionelle Erfolg, d.h. der Erhalt einer möglichst guten Sehschärfe des Auges.

Der Gesamtdatensatz wurde zur getrennten Analyse unterteilt in Fälle mit und ohne Beteiligung der Makula. Diese Arbeit befasst sich mit den Daten von 619 Augen, die aufgrund einer rhegmatogenen Netzhautablösung mit Abhebung der Makula zwischen dem 02.01.2007 und dem 30.06.2012 an der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Universität Regensburg operativ behandelt wurden.

## 2.0 Einleitung

### 2.1 Anatomie der Netzhaut

Eine Grundlage der vorliegenden Arbeit ist das Verständnis des anatomischen Aufbaus und der Physiologie der Netzhaut (lat. Retina) des menschlichen Auges (Abbildung 1), weshalb diese im Folgenden beschrieben werden sollen.

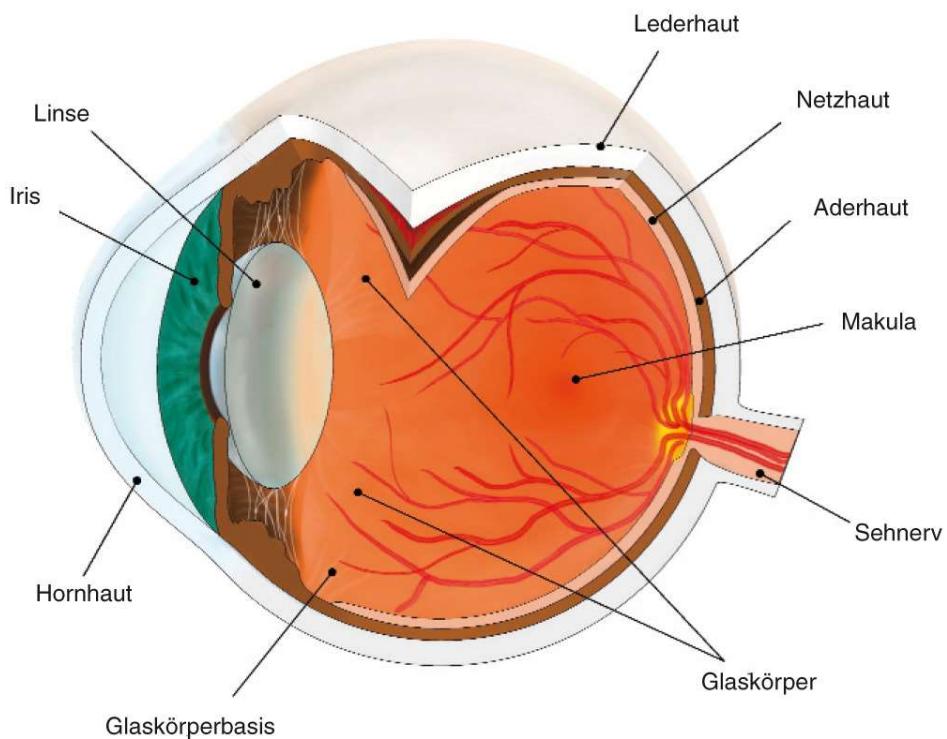


Abbildung 1: Makroskopische Lage der Netzhaut im Auge des Menschen [1]

Anatomisch betrachtet grenzt die Netzhaut zum Augeninneren an den Glaskörper. Der Glaskörper (lat. Corpus vitreum) ist eine durchsichtiges Hydrogel, das den Augapfel zwischen Linse und Netzhaut ausfüllt und besteht neben Hyaluronsäure und kollagenhaltigen Fibrillen, die das Glaskörpergerüst stabilisieren, zu 98 % aus Wasser. Er grenzt nach frontal an die Rückfläche der Linse, nach frontal seitlich an den Ziliarkörper und seitlich dorsal an die Netzhaut. Der Brechungsindex des Glaskörpers gleicht dem des Kammerwassers im vorderen Augenabschnitt. Eine transparente Grenzschicht (Membrana hyaloidea) stabilisiert den Glaskörper in seiner Form, so dass er auch nach Entfernung der Linse meist an Ort und Stelle bleibt. Er haftet ringförmig an der Papille

der Netzhaut (Martegiani-Ring), an der Ora serrata (Glaskörperbasis) und an peripheren Gefäßen.

In Richtung des Äußenen des Auges grenzt die Netzhaut an das retinale Pigmentepithel. Das retinale Pigmentepithel wird durch die Bruch'sche Membran von der Aderhaut (Choroidea) getrennt. Die Aderhaut grenzt nach außen an die Lederhaut (Sklera), die äußere Augenhülle. [2]

Embryologisch entsteht die Netzhaut aus einer Ausstülpung des Zwischenhirns, aus deren zweischichtiger Ausgangslage sich eine ähnliche Schichtenbildung wie in der Hirnrinde entwickelt.

Histologisch betrachtet entsteht so ein komplexer mikroanatomischer Aufbau der Retina aus verschiedenen Schichten, von denen drei aus den Zellkörpern der neuronalen Zellen gebildet werden (vgl. Abbildung 2).

Die anderen Schichten werden durch Dendriten und Axone der Nervenzellen gebildet und stellen so die Verbindungen (Synapsen) der Nervenzellen her.

Dazwischen finden sich neben Makroglia aus Astrozyten und Oligodendrozyten und Mikroglia aus Gewebsmakrophagen, die Müller'schen Stützzellen, die von vielen Autoren als Sonderform der Astrozyten betrachtet werden. Letztere durchspannen die gesamte Netzhaut und erfüllen eine besondere physiologische Aufgabe. Sie leiten Licht durch die optisch streuenden Neuronen hindurch, indem sie mit ihren konisch verbreiterten Fortsätzen das Licht an der inneren Grenzschicht der Netzhaut zum Glaskörper sammeln und dieses an die Lichtsinneszellen in der äußeren Netzhautschicht weiterleiten. Ohne diese besondere Zellfunktion würde mehr Licht an den Neuronen der Netzhaut gestreut werden, so dass die Sehschärfe reduziert wäre. Die Müllerzelle übernimmt darüber hinaus auch physiologische Aufgaben im Zusammenspiel mit den neuronalen Zellen, beispielsweise durch die Aufnahme des bei Depolarisation freiwerdenden Kaliums. Sie haben dadurch eine neuroprotektive Wirkung auf die retinalen Ganglienzellen. [3] [4]

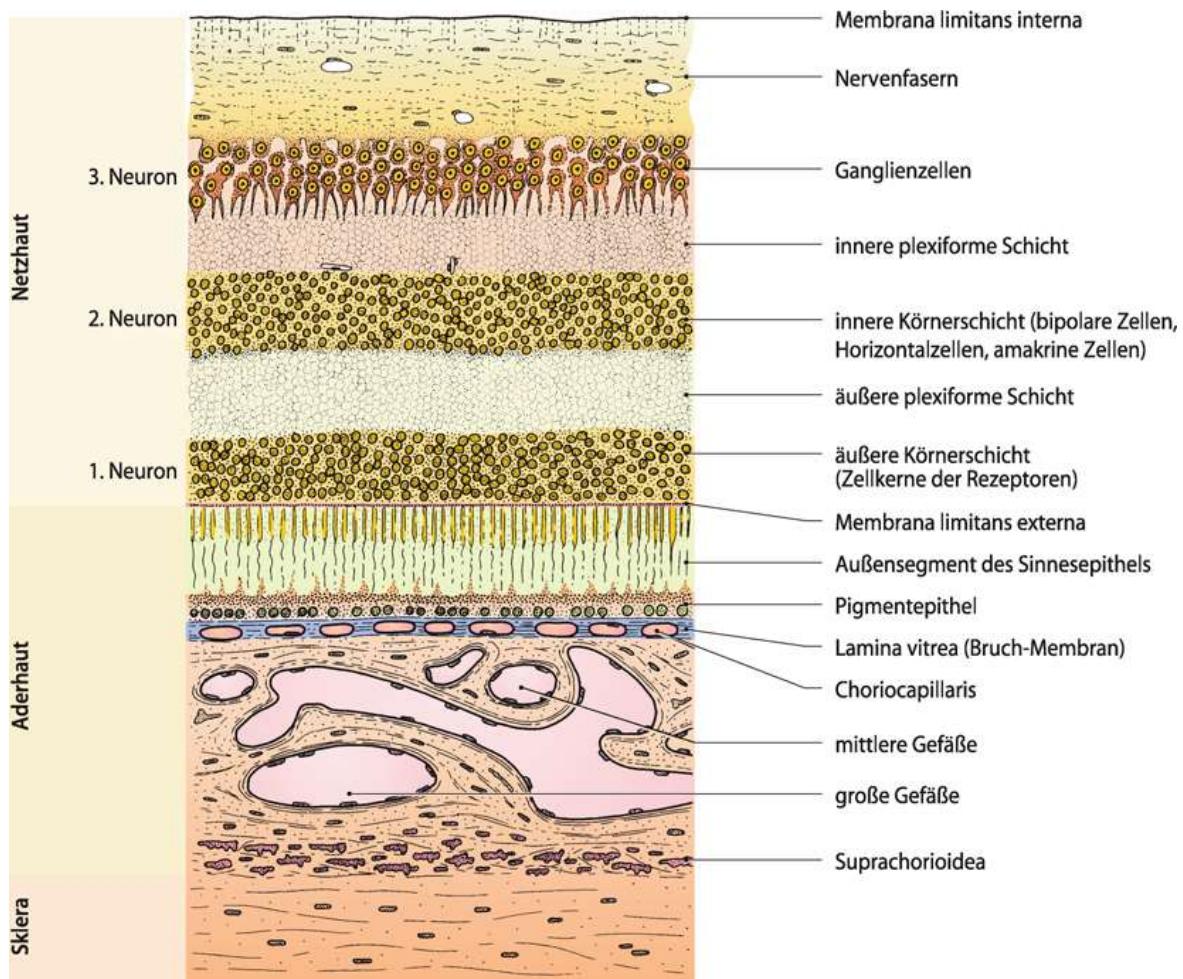


Abbildung 2: Histologischer Aufbau der Netzhaut [5]

Innen wird die Netzhaut als Abschluss zum Corpus vitreum ähnlich einer Basalmembran durch die Membrana limitans interna begrenzt.

Daran schließt sich die Optikus-Faserschicht an, die Nervenfasern der Ganglionzellen enthält. Diese ziehen über die Papille zum N. opticus, um mit dem Sehnerv weiter zum Corpus geniculatum laterale zu laufen und dort auf das vierte Neuron umgeschaltet zu werden.

Die Ganglionzellschicht enthält die Zellkörper der multipolaren Ganglionzellen, die das dritte Neuron der Sehbahn darstellen, und einzelne Amakrinezellen. Diese interagieren synaptisch mit den Axonen der verschiedenen Neurone und sorgen so – ähnlich wie die Horizontalzellen – für laterale Verbindungen innerhalb der Netzhautschichten. [6] Die innere Körnerschicht enthält die Zellkörper der Bipolar-, Horizontal- und der meisten Amakrinezellen. Die Bipolarzellen stellen das zweite Neuron der Sehbahn dar.

Die äußere plexiforme Schicht enthält die Synapsen zwischen Photorezeptoren, Bipolar- und Horizontalzellen.

Die äußere Körnerschicht enthält die Zellkerne der Photorezeptoren, die das erste Neuron der Sehbahn darstellen.

Die Membrana limitans externa ist eine Zone desmosomaler Verknüpfungen, die die Perikaryen der Photorezeptoren und die inneren Netzhautschichten von der Stäbchen-Zapfenschicht trennt.

In den Stäbchen und Zapfen als Außensegmente der Photorezeptoren findet die Lichtwahrnehmung statt, indem mittels Phototransduktion Licht in elektrische Impulse umgewandelt wird.

Das Pigmentepithel ist einschichtig und wird durch die Bruch'sche Membran von der Choroidea getrennt. Es phagozytiert die abgestoßenen Außensegmente der Photorezeptoren, fängt durch Melaningranula Streulicht ab und pumpt Flüssigkeit aus dem Interzellulärraum, um die Anlage der Retina auf dem retinalen Pigmentepithel zu gewährleisten. [7]

Die Photorezeptoren der Netzhaut liegen also an der lichtabgewandten Seite der Retina. Dies entstand durch die Einstülpung des embryonalen Augenbläschens zum Augenbecher und hat zur Folge, dass die Auflösungsqualität der Netzhaut von den eigenen inneren Schichten vermindert wird. Bei den Säugetieren entwickelte sich eine Macula lutea, auch gelber Fleck genannt, als Zentrum der Netzhaut. Im Zentrum der Macula lutea liegt wiederum die Fovea centralis, die auch als Stelle des schärfsten Sehens bezeichnet wird. Hier sind die inneren Netzhautschichten bis auf die Photorezeptoren zur Seite verlagert, damit Lichtwellen die Sinneszellen direkt erreichen können. Außerdem ist die Dichte der Photorezeptoren in der Fovea centralis stark erhöht, wodurch die Auflösung vergrößert und die Bildqualität verbessert wird. [8]

Bezüglich der Blutversorgung der Netzhaut werden nur die inneren Netzhautschichten von den Blutgefäßen der Netzhaut versorgt. Die äußeren Anteile der Netzhaut werden von der Aderhaut über das retinale Pigmentepithel ernährt. [9]

## 2.2 Das Krankheitsbild der Netzhautablösung

Als Netzhautablösung bezeichnet man die Abhebung der sensorischen Netzhaut vom retinalen Pigmentepithel am Augenhintergrund durch Flüssigkeitseintritt zwischen Netzhaut und darunterliegendem Pigmentepithel. Synonym werden die Begriffe Ablatio retinae und Amotio verwendet.

Die Trennung dieser Schichten stellt eine akute Bedrohung des Sehvermögens dar, die unbehandelt meist zur Erblindung führt. [2]

### 2.2.1 Epidemiologie der Netzhautablösung

Epidemiologisch variieren die Inzidenzangaben in unterschiedlichen Populationen zwischen 7 und 18 pro 100.000 Einwohner. In Mitteleuropa gehen verschiedene Veröffentlichungen von einer jährlichen Inzidenz von 1:10.000 aus, womit in Deutschland jährlich etwa ca. 8.000 neue Erkrankungen auftreten. Damit ist die Netzhautablösung der häufigste visusbedrohende, retinologische Notfall. Am häufigsten sind Patienten zwischen 55 und 70 Jahren betroffen. [2] [10] [11] [12] [13] [14]

Verschiedene Arbeiten kamen zu dem Ergebnis, dass Männer häufiger und früher als Frauen betroffen sind. [15] [16]

Häufig kommt es im Verlauf auch zu einer Netzhautablösung am Partnerauge. Das Risiko wird in der Literatur mit 6 bis 10 % angegeben. [10] [17] [18]

In Bezug auf die Frage, welches Auge häufiger betroffen ist, gibt es einzelne Studien, die dies für das rechte Auge postulieren. [19]

### 2.2.2 Pathophysiologie der Netzhautablösung

Bezüglich der Genese erfolgt eine Einteilung in rhegmatogene, traktive und exudative Ablatio retinae.

Die rhegmatogene (= rissbedingte) Ablatio retinae (Abbildung 3) ist die häufigste Form der Netzhautablösung und wird auch als idiopathische oder primäre Netzhautablösung bezeichnet. Umstrukturierung und Verflüssigung im Alter führen zu einer Schrumpfung des Glaskörpers mit konsekutiver Glaskörperabhebung und dadurch zu mechanischen Zugkräften, die in Kombination mit der Schwerkraft meist in einem Einriss der peripheren Netzhaut enden. Dadurch kann Flüssigkeit zwischen Pigmentepithel und Netzhaut gelangen und es kommt zur Ablösung.

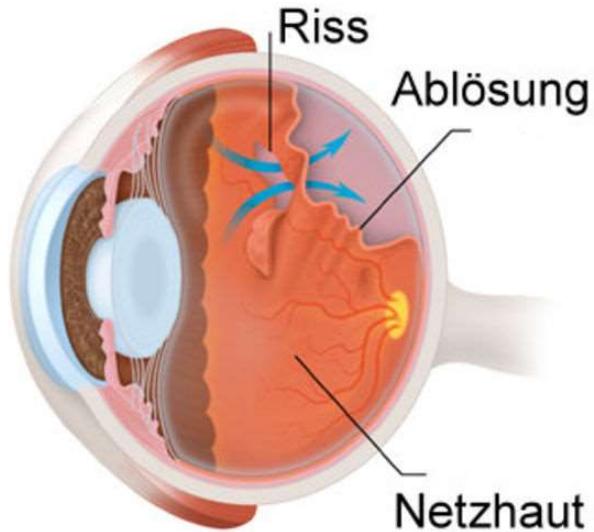


Abbildung 3: Schematische Darstellung einer rhegmatogenen Netzhautablösung [20]

In etwa 85% der Fälle liegt ein Einriss der Netzhaut in Form eines Hufeisenforamens vor (Abbildung 4). Diese entstehen im Rahmen einer partiellen oder vollständigen hinteren Glaskörperabhebung durch Zug des Glaskörpers an der Netzhaut. Es kommt zum Ausriss eines Zellverbandes der Netzhaut in charakteristischer Deckelform, wodurch eine Zugangsmöglichkeit für Flüssigkeit in den Subretinalraum entsteht. Hufeisenforamina befinden sich meist im Bereich der Glaskörperbasis oder der äquatorialen Netzhaut, da hier kollagene Verbindungen des Glaskörpers mit der Netzhaut bestehen und markieren häufig die Grenze zwischen peripher anliegendem und zentral abgehobenem Glaskörper. Häufig, in mehr als 50% der Fälle, bestehen multiple Deckel mit hufeisenförmigen Foramina, die meist rasch zu einer Netzhautablösung führen.

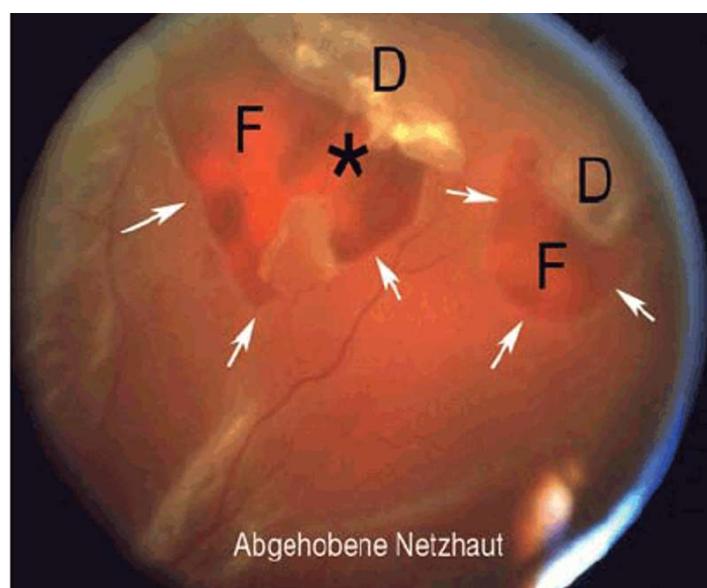


Abbildung 4: Hufeisenforamina mit Netzhautablösung. F=Foramen, D=Lochdeckel, \*=Brückengefäß, Pfeile=Lochränder [10]

Deutlich seltener, in etwa 10 % der Fälle, geht man von Rundforamina als Eintrittspforte der Flüssigkeit aus. Diese entstehen ohne hintere Glaskörperabhebung in Bereichen von strukturell geschwächter Netzhaut, sind meist deutlich kleiner als Hufefisenforamina und führen nur selten zu Netzhautablösungen.

Zu etwa 5 bis 10% entsteht die rissbedingte Netzhautablösung in Folge einer Oradialyse, einer Trennung der Netzhaut am Übergang zum Ziliarkörperepithel im Bereich der Ora serrata, die meist durch ein stumpfes Bulbustrauma hervorgerufen wird. In etwa 1% der Fälle liegt eine Riesenrissbildung zu Grunde. Hier handelt es sich um eine Sonderform der rissbedingten Netzhautablösung, der sog. Riesenrissablatio, bei der durch Glaskörperzug an der Netzhaut Risse entstehen, die sich häufig über mehr als zwei Quadranten ausdehnen.

Eine Retinoschisis als Spaltbildung innerhalb der sensorischen Netzhaut als Folge konfluierender mikrozystischer intraretinaler Degenerationen oder eine Syndromerkrankung, z. B. das Stickler-Syndrom, sind mit ca. 1% der Fälle weitere, seltene Ursachen der rhegmatogenen Netzhautablösungen. [2] [17]

Der traktiven Ablatio retinae, auch sekundäre Ablatio retinae oder Traktionsablatio genannt, liegen meist Schrumpfungen von präretinalen und intraretinalen Membranen zugrunde, v. a. bei diabetischer Retinopathie und nach Netzhautischämie. Die so entstehenden Narbenstränge führen zu einem Zug an der Netzhaut, der zu Ihrer Ablösung führen kann. Auch traumatische Bulbusprellungen können durch Nekrosen an der Kontusionsstelle zu Netzhautlöchern und damit zu einer traktiven Netzhautablösung führen. [2]

Die exsudative Netzhautablösung ist eine sehr seltene Form, bei der es durch Permeabilitätsstörungen der Gefäße zu Flüssigkeitsansammlung zwischen Netzhaut und Pigmentepithel kommt. Ursache dieser Störungen können Allgemeinerkrankungen wie maligner Hypertonus, Niereninsuffizienz, Eklampsie, Kollagenosen oder hämatologische Erkrankungen, Neoplasien wie Aderhautmetastasen, Aderhautmelanom oder Retinoblastom oder Gefäßerkrankungen wie Morbus Coats oder Angiomatosis retinae sein. [17]

### 2.2.3 Risikofaktoren für eine Netzhautablösung

In der Literatur wird eine Vielzahl von Risikofaktoren für eine Netzhautablösung beschrieben.

Eine Myopie erhöht je nach Stärke der Ausprägung, v. a. ab einer Bulbus-Achslänge über 26 mm, das Risiko für die Entstehung einer Netzhautablösung durch vermehrte periphere Netzhautdegenerationen, Dehnungsatrophie und verfrühte Verflüssigung des Glaskörpers bis um das Zehnfache. [10] [21] [16]

Eine Kataraktoperation erhöht durch eine Beschleunigung der Verflüssigung des Glaskörpers und durch eine Vergrößerung des Volumens des Glaskörperraums bei Ersatz der körpereigenen Linse durch eine Kunstlinse deutlich das Risiko für eine Ablatio retinae. In der Fachsprache bezeichnet man eine Netzhaut-Ablösung nach Katarakt-Operation als Pseudophakie-Ablatio. Bei etwa einem Drittel der Patienten mit Netzhautablösung handelt es sich um Pseudophakie-Ablationes. In etwa 0,1 bis 0,8 % der unkomplizierten Kataraktoperation entsteht in der Folge eine rissbedingte Netzhautablösung, die häufiger als nicht-postoperative Netzhautablösungen mit multiplen Netzhautläsionen, totalen Ablösungen oder Ablösungen mit Abhebung der Makula verbunden sind. Im Mittel tritt die Ablösung im dritten bis vierten Jahr postoperativ auf. Auch sechs Jahre nach einer Kataraktoperation ist das Ablösungsrisiko noch um den Faktor 7 erhöht. [10] [22] [23] [24]

Asymptomatische Netzhautrississe können fortschreiten und damit im Laufe der Zeit zu einer Eintrittspforte für Flüssigkeit in den subretinalen Raum werden.

Zunehmendes Lebensalter bringt degenerative Prozesse mit sich, z. B. eine Schrumpfung des Glaskörpers oder eine Verflüssigung der gelartigen Struktur des Glaskörpers, wodurch es zur Einwirkung einer kontraktile Kraft an der Netzhaut kommen kann.

Als weitere Risikofaktoren gelten ein Glaukom, ein okuläres Trauma in der Patientenanamnese, eine stattgehabte Netzhautablösung des Partnerauges, eine proliferative Vitreoretinopathie, stattgehabte okuläre Infektionen wie CMV-Retinitis und periphere Netzhautdegenerationen wie sog. Schneckenspuren. [2] [13] [25] [26] [27] [18]

Auch eine familiäre Disposition gilt als gesicherter Risikofaktor. Aktuell geht man von mindestens 12 Stellen des Genoms aus, die mit einem erhöhten Risiko für eine Netzhautablösung in Verbindung gebracht werden. [28]

Ebenso kann ein Verlust der Zytoarchitektur der Müllerzellen zur Amotio retinae beitragen. [3]

Als prädiktive Risikofaktoren zur zeitgleichen Abhebung der Makula gelten pseudophakische Linsenstatus und eine axiale Länge des Auges < 25 mm. [29]

## 2.3 Klinik und Untersuchung

Typische Prodromi und Warnsignale für eine drohende Netzhautablösung mit Notwendigkeit zur umgehenden augenärztlichen Untersuchung sind die Wahrnehmung von Trübungen, von Blitzen oder von sog. Rußregen, da diese Symptome für eine hintere Abhebung des Glaskörpers sprechen können. Als Folge dieser hinteren Abhebung kann es wie zuvor bereits beschrieben zu Zugkräften an der Netzhaut führen, die deren Einreißen mit konsekutiver Abhebung verursachen können.

Beim plötzlichen Auftreten von Schatten und Visusverschlechterung liegt wahrscheinlich bereits eine Netzhautablösung vor.

Trübungen werden auffällig durch eine plötzliche Abhebung der hinteren Glaskörpergrenzmembran von der Netzhaut. Ursachen hierfür sind ein Trauma, altersbedingte degenerative Prozesse oder höhere Myopie. Dadurch treten lichtdichte Strukturen des Glaskörpers wie entmischt und zusammengelagerte Eiweißstrukturen des Glaskörpers oder die ringartige Verdichtung der Anheftungsstelle des Glaskörpers am Sehnervenkopf, die ursprünglich nicht bemerkbar waren, akut in die optische Achse.

Lichtblitze entstehen an Stellen, an denen noch Restverbindungen des abgehobenen Glaskörpers zur Netzhaut bestehen, wenn der Glaskörper bei Augenbewegungen an der Netzhaut zieht. Durch dieses Ziehen werden Netzhautsinneszellen mechanisch erregt, wodurch als Blitze wahrgenommene Lichtphänomene entstehen.

Als Rußregen oder Ascheregen wahrgenommene Phänomene entstehen, wenn der Glaskörper bei seiner Abhebung Blutgefäße einreißt und dadurch mikroskopisch kleine Blutung auftreten.

Schatten werden bemerkt, wenn bei einem Netzhautriss Flüssigkeit aus dem Glaskörper unter die Netzhaut fließt und sich diese so vom Pigmentepithel abhebt. Meist schreiten diese je nach Progredienz der Netzhautablösung von außen zum Sehzentrum hin fort.

Eine Visusverschlechterung entsteht durch Veränderungen oder Unterbrechungen der optischen Achse, z. B. durch größere Blutungen beim Netzhautriss oder durch Fortschreiten der Netzhautablösung bis zur Abhebung der Makula lutea. [1]

Wichtigster Bestandteil der augenärztlichen Untersuchung bei Verdacht auf eine Netzhautablösung ist, neben den Grunduntersuchungen wie der Visusprüfung, die gründliche Untersuchung des Glaskörpers und der Netzhaut mit dem Spaltlampenmikroskop und dem Augenspiegel bei medikamentös erweiterter Pupille. Diese Untersuchung des Augenhintergrundes bezeichnet man in der Fachsprache als Funduskopie. Bei vorliegender Netzhautablösung können sich dem Untersucher ein sichtbarer Netzhautdefekt, Netzhautfalten, eine konvexe Vorwölbung der Netzhaut in den Glaskörperraum, pigmentierte Zellen im Glaskörperraum, sog. „Tabacco Dust“, oder eine Glaskörperblutung zeigen. [30]

## 2.4 Therapiemöglichkeiten

### 2.4.1 Geschichtliche Entwicklung der Chirurgie bei Netzhautablösung

Die Historie der operativen Netzhautversorgung beginnt im Jahr 1805 mit James Ware, der subretinale Flüssigkeit durch Punktions der Sklera mit einem Messer ableitete. [31] Diese Erkenntnisse beruhten noch auf pathologischen Beobachtungen. Erst die Einführung des Ophthalmoskops durch Hermann von Helmholtz 1850/1851 machte eine exakte und reproduzierbare Diagnostik von Netzhautläsionen möglich. [32]

So konnten Adolf Coccius 1853 und Albrecht von Graefe 1854 erstmalig Netzhautrisse beschreiben. [33] [34]

In der darauffolgenden Zeit zielten alle Therapieversuche der Netzhautablösung darauf ab, die Netzhaut durch verschiedene Inzisionen mit Drainage der subretinalen Flüssigkeit zur Wiederanlage zu bringen. Die subretinale Flüssigkeit bildete sich jedoch rasch nach, so dass das Operationsergebnis kaum von Dauer war.

Erst ab 1920 berichtete Jules Gonin über einen anhaltenden Operationserfolg. Grundlage war seine Erkenntnis, dass eine Ablatio retinae durch ein Loch in der Netzhaut entsteht und der Lochverschluss die Grundlage der erfolgreichen Behandlung ist. Durch Thermokauterisation der Sklera über Netzhautrissen beschrieb er eine Anlage rate von 50%. [35]

Weitere geschichtliche Meilensteine waren die Einführung der Kryotherapie durch Bietti 1933 und die Einführung der Diathermie durch Larsson 1932 zur Erzeugung von chorioretinalen Narben. [36] [37]

Rosengren war der erste Augenarzt, der 1938 Luft als intraokuläre Tamponade zusammen mit anderen Methoden anwandte, um die Retina zur anhaltenden Wiederanlage zu bringen. Postoperativ positionierte er die Patienten so, dass die Luftblase Druck auf die Netzhautläsion ausügte. Er beschrieb dabei eine Anlagerate von 75 %. [38]

Ab dem Jahre 1937 begannen Therapieversuche in Kombination mit Eindellung der Sklera über der Rissstelle der Netzhaut. Jess nutzte hierfür einen Tampon aus Gaze, Lindner und Weve 1949 eine Nahttechnik zur Raffung der Sklera mit ähnlich tamponierendem Effekt. [39] [40] [41]

Die erste skleraeindellende Operation mit einer Polyviolplombe zur effektiveren Dellwirkung wurde 1949 von Custodis durchgeführt. In einer Studie an 515 Patienten erreichte er dabei durch Diathermiekkoagulation der Sklera und Plombenaufnähung im Bereich des Risses eine Wiederanlage der Netzhaut bei 83,3 % der Patienten. [42] [43]

In den 1950er Jahren führten Grignolo und Schepens eine Technik mit zirkulärer Plombe ein und nannten diese Cerclage (Gürtelfaden). [44]

Im Laufe der 1960er Jahre wurde die skleraschädigende Diathermie durch die von Meyer-Schwickerath entwickelte Photokoagulation abgelöst. Zur Erzeugung der chorioretinalen Narbe führte er eine Carbon- und Xenonbogenlampe ein. [45]

In den Jahren nach dem 2. Weltkrieg verbesserten sich auch die diagnostischen Möglichkeiten. So führte Schepens 1947 die indirekte Ophthalmoskopie und Goldmann 1954 das 3-Spiegel-Kontaktglas ein, womit es nun möglich war, die Netzhautläsionen noch besser darzustellen. [46]

Ab 1963 kombinierte Lincoff die Erfahrungen der jüngeren Vergangenheit und operierte fortan mittels Kryoretinopexie statt Diathermie und unter Verwendung einer von ihm entwickelten Silikonschaumplombe. Von einer Punktions der subretinalen Flüssigkeit sah er ab. Dadurch konnte er die Komplikationsrate deutlich senken und gilt deshalb als Begründer der modernen Plombenchirurgie. [47]

Ein weiterer wichtiger Schritt in der Behandlung der Netzhautablösung war die Einführung der pars plana Vitrektomie (Entfernung des Glaskörpers). Robert

Machemer führte diese Methode erstmalig 1970 durch und veröffentlichte seine Ergebnisse darüber ein Jahr später 1971. Mit dieser Technik entfernte er intraokular die Traktionen an der Netzhaut und verschloss deren Löcher mittels Netzhautkoagulation durch eine Endolaser-Behandlung. [48]

Hierbei griff er auf eine Entwicklung von Theodore Maiman zurück, der 1960 einen Rubinlaser entwickelt hatte. Die Abkürzung Laser steht für „Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation“ und beschreibt die Lichtverstärkung durch stimuliertes Emission von Strahlung“. Auch diese Technik wurde weiterentwickelt. In der Netzhautchirurgie hat sich v. a. der Argon-Laser mit einer Wellenlänge von 488 nm (blau)/514,5 nm (grün), 1968 von F.A. L'Esperance eingeführt, etabliert. [49]

In den folgenden Jahren wurden immer kleinere Instrumente zur Durchführung der pars plana Vitrektomie entwickelt. Ebenso wurden eine Endo-Illumination und immer bessere Operationsmikroskope eingeführt.

Auch der intraokuläre Einsatz von Gasen zur Unterstützung einer anhaltenden Anlage der Netzhaut als interne Tamponade wurde weiterentwickelt. Norton führte 1973 Schwefelhexafluorid (SF6) ein, dass sich im Auge mit dem zweifachen Volumen seiner Injektionsmenge expandiert und doppelt so lange als Luft im Auge verbleibt. [50] Vygantas and Lincoff führten inerte Perfluorocarbon-Gase (C4F8, C2F6, C3F8, C4F10) ein, die noch stärker als SF6 expandieren und noch länger im Auge verbleiben. [51] [52]

Die Verwendung von Silikonöl zur intraokulären Tamponade wurde 1962 von Cibis erstmalig beschrieben. [53]

Bis heute befinden sich die Operationstechniken durch Weiterentwicklungen im stetigen Wandel.

Damit stehen also zwei unterschiedliche Operationsansätze zur Therapie der Netzhautablösung zur Verfügung: die Operation ab externo mittels Buckelchirurgie oder die Operation ab interno mittels pars plana Vitrektomie.

Gemeinsames Ziel beider Verfahren ist die anhaltende Wiederanlage der Netzhaut mit Entlastung des Glaskörperzuges und Verschluss aller Netzhauteinrisse durch Erzeugung einer künstlichen Narbe, um eine erneute Ablatio retinae zu verhindern. [10]

Ob die extraokuläre Versorgung mittels Plombe oder die intraokuläre Versorgung per pars plana Vitrektomie überlegen ist, ist bis dato Gegenstand zahlreicher ophthalmologischer Veröffentlichungen.

## 2.4.2 Eindellende Operation

Die idiopathische, unkomplizierte, umschriebene rhegmatogene Netzhautablösung ohne hintere Glaskörperabhebung kann durch eine skleraeindellende Buckeloperation ab externo behandelt werden.

Zunächst wird hier durch einen kleinen Schnitt die Bindegrenze eröffnet, das Auge selbst wird nicht eröffnet. Anschließend werden die Augenmuskeln mit Fäden angeschlossen, um das betäubte Auge in seiner Position in der Augenhöhle fixieren zu können und der Einriss in der Netzhaut lokalisiert. Um im weiteren Verlauf die Kunststoffplombe aufnähen zu können, werden zunächst Haltefäden im Bereich der Läsion angebracht, bevor im Bereich des Loches von außen eine Kryokoagulation durchgeführt wird. Dabei werden mittels einer Kryosonde die Netz- und Aderhaut auf -70° bis -80° Celsius abgekühlt. Eine Vernarbungsreaktion wird eingeleitet, damit durch das Netzhautforamen keine Flüssigkeit mehr unter die Netzhaut eintreten kann. Die Ausbildung einer stabilen Narbe dauert in etwa 14 Tage.

Danach wird die Plombe aus Silikonkautschuk episkleral über dem Loch durch die zuvor angebrachten Haltefäden fixiert. So erfolgt eine Tamponade des Loches und eine Entlastung der Zugkräfte des Glaskörpers.

Die subretinale Flüssigkeit wird vom Pigmentepithel absorbiert. Größere Flüssigkeitsansammlungen können auch durch eine Punktionspunction von außen abgelassen werden, um die Wiederanlage der Netzhaut zu erleichtern.

Eine Plombe findet Verwendung bei gut lokalisierbaren und kleinen Netzhautlöchern, wenig Traktion durch den Glaskörper und nur geringer Ausdehnung der Abhebung.

Im Falle von multiplen Foramen, einer Netzhautablösung über mehrere Quadranten oder starker Traktion durch den Glaskörper wird statt einer Plombe eine Cerclage aus elastischem Silikonbändchen auf die Sklera aufgenäht. Dieses wird zirkulär um den Bulbus geführt und über dem Äquator des Bulbus angebracht.

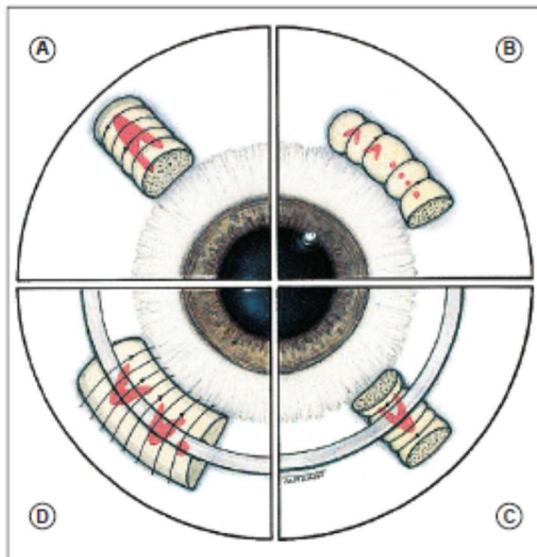


Abbildung 5: Verschiedene Plombe und Cerclagen: (A) radiäre Plombe, (B) limbusparallele Plombe, (C) mit einer radiären Plombe verstärktes Cerclagebändchen, (D) mit einer soliden Silikonplombe verstärktes Cerclagebändchen [9]

Cerclage und Plombe können falls notwendig zur Verstärkung der eindellenden Wirkung auf den Augapfel auch kombiniert werden, um starker Zugwirkung des abgehobenen Glaskörpers entgegen zu wirken. [2] [54] [55] [56] [57]

Abbildung 5 zeigt verschiedene Positionierungsmöglichkeiten von Plombe und Cerclage.

Vorteil der eindellenden Operation ist die hohe Wiederanlagerate bei phaken Patienten mit umschriebenen Netzhautablösungen und anliegendem Glaskörper. Vor allem bei jungen Patienten kann man das Risiko einer Kataraktbildung mit konsekutiver Notwendigkeit der Implantation einer Hinterkammerlinse umgehen und damit die Akkommodationsfähigkeit des Auges erhalten.

Nachteile sind die Gefahren von Infektionen und Extrusionen des Fremdmaterials, möglichen Doppelbilder bei Beeinträchtigung der Augenmuskelbewegungen durch das Fremdmaterial, Refraktionsänderungen, subretinale Blutungen und postoperative Schmerzen. Darüber hinaus gilt das Erlernen der Operationstechnik als anspruchsvoll mit langer Lernkurve. [25] [56]

#### 2.4.3 Pars plana Vitrektomie

Mittels einer Pars plana Vitrektomie kann eine Ablösung der Netzhaut im Inneren des Auges behandelt werden. Damit verbunden ist eine operative Entfernung des Glaskörpers.

Indikationen sind neben unkomplizierten Netzhautablösungen auch komplexe Fälle mit Vorliegen von subtotaler bis totaler Ablösung der Netzhaut, Aphakie- oder Pseudophakie, multiple Foramen oder Riesenrisse, Vorliegen einer Glaskörperblutung, Netzhautablösungen am hinteren Pol oder der Papille.

Eine weitere häufige Indikation stellt die proliferative Vitreoretinopathie (PVR) dar. Hier wandeln sich omnipotente Zellen des retinalen Pigmentepithels nach Netzhautschäden, beispielsweise nach Netzhautriss oder Trauma, durch Diabetes mellitus oder nach einem Zentralvenenverschluss in Myofibroblasten um und proliferieren. Die Proliferation erfolgt in Form von Strängen auf der Netzhautoberfläche oder im Glaskörper. Im weiteren Verlauf können sich diese Stränge kontrahieren und es kommt zu Zugphänomenen an der Netzhaut, die schließlich zur Abhebung der Netzhaut vom retinalen Pigmentepithel führen und dadurch eine sog. PVR-Ablatio verursachen.

Bei der Pars-plana-Vitrektomie (ppV, Abbildung 6) erfolgt der Zugang zum Corpus vitreum über drei kleine Arbeitskanäle für Beleuchtungsquelle, Infusionssystem und Vitrektomie-Schneidegerät (Cutter) durch die Pars plana des Ziliarkörpers, einem 3,5 bis 4 mm breitem Band, über das ein risikoarmer Zugang in die hintere Augenkammer möglich ist.

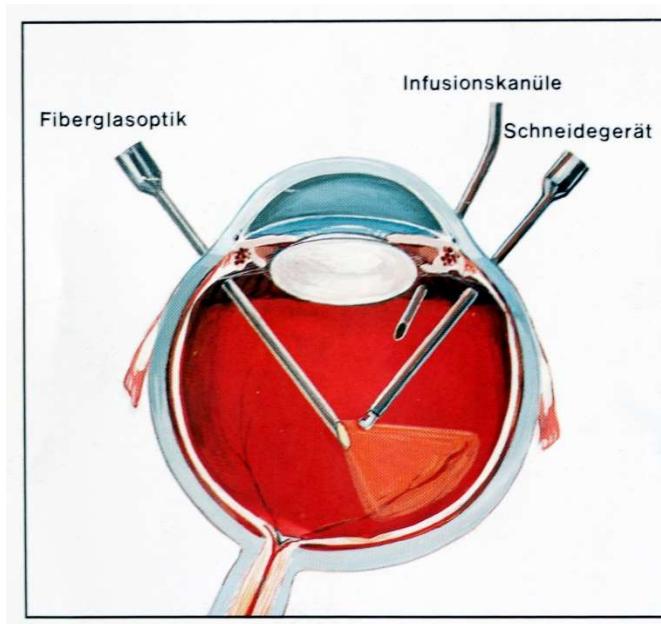


Abbildung 6: Schema der Pars-plana-Vitrektomie [58]

Durch ein Mikroskop mit spezifischen Optiken und durch die Lichtquelle verschafft sich der Operateur einen entsprechenden Einblick in die hintere Augenkammer. Mit dem

Vitrektomie-Schneidegerät wird der Glaskörper zerschnitten und abgesaugt, um die Traktionseinflüsse des Glaskörpers auf die Netzhaut zu entfernen.

Über die Infusionskanüle wird das entfernte Glaskörpervolumen durch eine physiologische Salzlösung ersetzt, um den Augeninnendruck konstant zu halten.

Unter Verwendung von Perfluordekalin oder Perfluorcarbon, also einer schweren Flüssigkeit, d.h. schwerer als Wasser, wird die subretinale Flüssigkeit verdrängt und die Netzhaut wieder auf dem retinalen Pigmentepithel ausgebreitet. Nur in seltenen Fällen mit kleiner und umschriebener Ablatio kann man auf die Verwendung der schweren Flüssigkeit verzichten.

Mit Saugkanülen kann Flüssigkeit zwischen Netzhaut und retinalem Pigmentepithel abgesaugt werden, um die Wiederanlage der Netzhaut zu erleichtern.

Zum Verschluss von Netzhautrissen, die für eine rhegmatogene Netzhautablösung ursächlich sind, erfolgt intraoperativ mithilfe einer entsprechenden Sonde die Endolaser-Photokoagulation der Foramen. Hierbei werden punktförmige Laserherde in zwei bis drei zirkulären Reihen um den Defekt gesetzt. Durch Absorption der Laserenergie wird die Netzhaut lokal auf etwa 60°C erwärmt, Proteine denaturieren und es entstehen thermische Zellnekrosen, die im weiteren Verlauf von etwa 14 Tagen eine chorioretinale Narbenbildung zur Folge haben. So wird der Netzhautdefekt gegen erneuten Flüssigkeitseintritt abgeriegelt. [49] [59]

Damit die Netzhaut nach Wiederanlage bis zur Ausbildung einer ausreichend festen Verbindung zum retinalen Pigmentepithel anliegen bleibt, muss sie durch eine Netzhauttamponade angedrückt werden.

Hierfür wird ein Luft-Gas-Gemisch oder klares Silikonöl in die hintere Augenkammer eingebracht. Postoperativ muss unter Beachtung der physikalischen Grundsätze, dass Luft nach oben steigt und Öl nach unten absinkt, auf eine entsprechende Lagerung des Patienten geachtet werden. [2]

Die am häufigsten verwendeten gasförmigen Endotamponaden sind Raumluft mit Tamponadedauer 3 – 5 Tage, 20- bis 40%iges Luft-Schwefelhexafluorid ( $SF_6$ )-Gemisch mit Tamponadedauer 14 – 28 Tage, 14-18%iges Luft-Perfluorethan ( $C_2F_6$ )-Gemisch mit Tamponadedauer 4 – 5 Wochen und 12 – 16%iges Luft-Perfluorpropan ( $C_3F_8$ )-Gemisch mit Tamponadedauer 6 – 8 Wochen. Die verschiedenen Gasgemische diffundieren im Laufe der Zeit in die Blutstrombahn und werden folgend über die

Lunge abgeatmet. Dies nimmt einen Zeitraum zwischen zwei Wochen bis zu zwei Monaten in Anspruch, je nach verwendetem Gas, injiziertem Volumen und Augeninnendruck. [56] [60]

Silikonöl, meist Polydimethylsiloxan, wird in komplizierten Situationen als Endotamponade verwendet. Im Gegensatz zu den Gasen bewirkt das Öl eine stabile Tamponade, da es nicht expandiert und anhaltend im Auge verbleibt. Dies bedingt allerdings, dass das Öl in einem zweiten Eingriff, meist nach vier Wochen bis sechs Monaten, durch eine erneute Operation aus dem Auge entfernt werden muss. Bis zur Entfernung bedeutet dies durch eine Brechkraftänderung von circa + 6 Dioptrien ein unscharfes Sehen. [10] [61]

Im Rahmen der technischen Weiterentwicklungen wurden die Instrumente zur Pars-plana-Vitrektomie in den letzten Jahren zunehmend verfeinert. Stand zum Pars-plana-Zugang zunächst nur ein 20 Gauge Zugang mit Durchmesser von 0,8 mm und Notwendigkeit der Skleranaht zur Verfügung, kommen mittlerweile standartmäßig auch 23 Gauge Zugänge mit Durchmesser von 0,6 mm und 25 Gauge Zugänge mit Durchmesser von 0,45 mm unter Zuhilfenahme von Trokaren zum Einsatz. Die Anwendung von Trokaren ermöglicht selbstschließende Sklerotomien ohne Notwendigkeit zur Skleranaht und reduziert die Wundfläche. Dadurch verkürzt sich bei ähnlicher Komplikationsrate die Operationszeit und die geringere Invasivität des Eingriffes ermöglicht eine kürzere Rehabilitationszeit. Auch kommt es zu weniger postoperativen Unannehmlichkeiten wie Fremdkörpergefühl und Tränen, die durch Skleranähte entstehen können. Nachteilig ist eine kleinere Auswahl an Instrumentierungen und das Risiko einer postoperativen Hypotonie. Auch eine 27 Gauge Technologie mit Durchmesser von 0,36 mm befindet sich seit 2010 in der klinischen Routine. [25] [62] [63]

Zur Prophylaxe einer Wiederablösung der Netzhaut kann das Verfahren noch mit einer zirkulären Laserkoagulation ergänzt werden. Darunter versteht man ein 360 Grad umfassendes, mehrreihiges Band aus Laserherden in der Netzhautperipherie als 360 Grad Lasercerclage. Die Wirksamkeit selbst bei großflächigen Netzhautabhebungen oder bei Bedenken, dass durch die Zugkräfte bei der Manipulation im Glaskörperraum im Bereich der Netzhautperipherie Netzhauteinrisse entstanden sein könnten, wird allerdings kontrovers diskutiert. [64] [65] [66] [67]

Folgend sollen die möglichen Komplikationen der Ablatio-Chirurgie näher betrachtet werden.

Zu den verfahrensspezifischen Komplikationen der Buckelchirurgie zählen vor allem Störungen der Bulbusbewegung und Doppelbilder in ca. 15 % der Fälle, die sich größtenteils innerhalb weniger Tage bis Wochen zurückbilden, so dass eine Extraktion des Buckelmaterials in der Regel nicht durchgeführt werden muss. Häufig kommt es auch zu Refraktionsänderungen. Deutlich seltener entstehen Infektionen oder Extrusionen des Plombenmaterials, Perforationen des Bulbus durch Durchwanderung des Kunststoffes nach Innen oder subretinalen Blutungen bei transskleraler Drainage, die in der Regel zu einem Revisionseingriff führen.

Spezifische häufige Komplikationen der Vitrektomie sind die postoperative Entwicklung einer Trübung der Linse, einer sog. Katarakt, in bis zu 77 bis 98 % der Operationen innerhalb eines Jahres sowie zusätzliche und durch den Eingriff erzeugte Netzhautlöcher in bis zu 17 % der Operationen. Die Katarakt kann mittels einer erneuten Operation mit Austausch der körpereigenen Linse durch eine Kunststofflinse behandelt werden. Selten kommt es hingegen zu einer Blutung in den Glaskörperraum oder zu einer Entzündung des Augeninneren bis hin zur Endophthalmitis.

Die beiden großen, allgemeinen Komplikationen der Chirurgie der Netzhautablösung sind der anatomische und der funktionelle Misserfolg.

Unter anatomischem Misserfolg versteht man eine erneute Netzhautablösung (Reablatio) nach Erstoperation. Hierzu kommt es laut verschiedenen Literaturangaben in 10 bis 20% aller Fälle. Als Ursachen gelten neue Foramina, ungenügend oder nicht behandelte Foramina oder die Entstehung einer proliferativen Vitreoretinopathie (PVR). Die Risikofaktoren für eine Reablatio variieren in der Literatur. Genannt werden unter anderem das Vorliegen einer präoperativen PVR, totale Ablatio, multiple Foramina, niedriger präoperativer Visus oder die Anzahl der Netzhautforamina. Das Zeitintervall bis zum Auftreten einer Reablatio beträgt in den meisten Fällen nicht mehr als drei Monate.

Die PVR ist wie zuvor bereits beschrieben ein überaktivierter Reparaturprozess der Netzhaut. Durch Proliferation von retinalen Zellen und Immunzellen bilden sich fibrotische Membranen auf, unter oder innerhalb der Netzhaut, die zu einer mechanischen Verkürzung der Netzhaut führen. Die resultierenden Traktionen können eine erneute Netzhautablösung verursachen.

Die Gefahr einer postoperativen PVR ist unabhängig vom Verfahren und ist bei jüngeren Patienten und fortgeschrittenem Ausgangsbefund stärker ausgeprägt. Sie stellt

das größte, noch nicht ausreichend gelöste Problem in der Therapie der rhegmatogenen Netzhautablösung dar.

Als funktionellen Misserfolg bezeichnet man eine dauerhaft verminderte Sehschärfe. In den publizierten Studien wird im Mittel ein Visus von etwa 0,6 erreicht. Bei etwa 10% aller Patienten liegt der Visus bei  $\leq 0,1$  oder schlechter. Eine dauerhafte Erblindung trotz mehrfacher Operationen wird in 1–2% der Fälle angegeben. Als präoperative Risikofaktoren für einen schlechten postoperativen Visus gelten eine Netzhautablösung mit Makulabeteiligung, ein niedriger präoperativer Visus, hohe Myopie, Amblyopie oder das Vorliegen einer PVR. Mögliche Gründe für einen anhaltenden funktionellen Misserfolg trotz anatomischen Erfolgs sind eine postoperative PVR, die Ausbildung einer epiretinalen Gliose, also einem feinen Häutchen aus Kollagenfasern, ein zystoides Makulaödem durch prostaglandinvermittelte Entzündungsreaktionen, die Persistenz von subretinaler Flüssigkeit, die dauerhafte Schädigung der sensorischen Netzhaut als Folge der stattgehabten Trennung von den Pigmentepithelzellen oder Netzhautfalten nach Resorption der subretinalen Flüssigkeit. [10] [24] [56] [61] [67] [68] [69]

## **3.0 Patienten und Methoden**

### **3.1 Patientenauswahl**

In die retrospektive Kohortenanalyse wurden 1290 Operationen, die im Zeitraum von 02.01.2007 bis 30.06.2012 an der Augenklinik der Universität Regensburg aufgrund einer rhegmatogenen Netzhautablösung durchgeführt worden waren, eingeschlossen.

### **3.2 Methoden**

Nach Genehmigung der Studie durch die Ethikkommission der Universitätsklinik Regensburg wurden die betroffenen Patienten per postalischem Anschreiben um Teilnahme an der Studie und zur Entbindung der niedergelassenen Augenärzte von deren Schweigepflicht zur Übermittlung von Untersuchungsergebnissen ein Jahr postoperativ gebeten. Dem Anschreiben lag eine vorfrankierte Einwilligungserklärung bei, mit der die Patienten ihre Einwilligung erteilen konnten.

Nach Auswertung der Einverständniserklärungen zur Teilnahme an der Studie erfolgte eine Aufnahme der Patienten in die Studie.

Nach Sichtung der vorliegenden Schweigepflichtentbindungen wurden 85 Praxen der zuweisenden, niedergelassenen Augenärzte mit Bitte um Mitteilung der relevanten Patientendaten ein Jahr postoperativ angeschrieben, teilweise telefonisch kontaktiert oder persönlich aufgesucht.

Zur Datenauswertung wurden retrospektiv die Untersuchungsergebnisse in den Patientenakten der Universitätsaugenklinik Regensburg, die jeweiligen Op-Berichte, die schematischen Funduszeichnungen prä- und postoperativ und die erhobenen Daten ein Jahr postoperativ ausgewertet.

Somit erfolgte eine Erhebung folgender Daten:

Patientenstammdaten:

- Alter
- Geschlecht

- Visus präoperativ am Auge mit Ablatio bei stationärer Aufnahme
- Zuweisender niedergelassener Augenarzt

#### Op-Daten

- betroffenes Auge
- Art der Läsion: Hufeisenforamen, Rundforamen, Netzhautriss, Orariss
- Anzahl der Läsionen: singulär oder multiple
- Makulabeteiligung
- Anzahl der Uhrzeiten der Ausbreitung der Ablatio
- Linsen-Status vor OP: phake oder pseudophake
- Op-Datum: Wochentag, Notfall-Op am Wochenende
- Operateur
- Op-Technik: ppV (20 Gauge oder 23 Gauge), Cerclage, Plombe
- Kryokoagulation erfolgt
- Laserkoagulation erfolgt
- Zirkuläre Laserkoagulation erfolgt
- Endotamponade: Balanced Salt Solution (BSS), Luft, Gas (SF6 20%, C2F6 16%, C3F8 13%), Silikon
- Linse ersetzt

#### Ergebnis nach einem Jahr postoperativ:

- Netzhautstatus nach erster Operation: anliegend oder Re-Operation nötig
- Anzahl der Re-Operationen
- Art der Re-Operation, falls am UKR durchgeführt (Technik und Endotamponade)
- Datum der Re-Operation, falls am UKR durchgeführt
- Visus mit Datum ein Jahr postoperativ

Die erhobenen Daten wurden in eine Tabelle in Microsoft Excel eingepflegt.

Die gesamte Datenerhebung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Studentin für Zahnmedizin, Frau Verena Schneider, geboren am 17.08.1989 in Münster.

Vor Auswertung der Daten wurde das Gesamtkollektiv der eingeschlossenen Patienten zur Erstellung von zwei Dissertationen im Hinblick auf den Makula-Status getrennt. Frau Schneider befasste sich fortan mit den Daten der Patienten mit anliegender Makula zum Operationszeitpunkt.

Diese Arbeit bezieht sich auf die Daten der Patienten mit abgehobener Makula zum Operationszeitpunkt.

Primärer Endpunkt des Beobachtungszeitraumes eines einzelnen Patientenfalles waren anliegende Netzhaut und Visus zum Zeitpunkt ein Jahr postoperativ.

Die Analyse der Daten auf statistische Signifikanz erfolgte mit Hilfe des Programmes IBM SPSS Statistics 22. Die Daten wurden zunächst auf Normalverteilung mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Test oder des Shapiro-Wilk-Test ermittelt. Es ergab sich stets keine Normalverteilung der unabhängigen Stichproben, weshalb zur weiteren Analyse nicht-parametrische Tests wie der Kruskal-Wallis-Test, der Mann-Whitney-U-Test oder beim Vergleich der Mittelwerte der Students-T-Test bzw. die einfaktorielle Varianzanalyse verwendet wurden.

Als Signifikanzniveau wurde stets  $p = 0,05$  angewandt.

Zur Auswertung der funktionellen Ergebnisse wurde nur der erreichte Visus ein Jahr postoperativ betrachtet. Die jeweilige Visus-Differenz präoperativ zu einem Jahr postoperativ fand zur Erleichterung der Analyse der einzelnen Einflussfaktoren keine Einbeziehung. Aufgrund der Vielzahl der ausgewerteten Visusstufen wurden zur statistischen Betrachtung der funktionellen Ergebnisse stets die erreichten Visus-Mittelwerte berechnet und zur Beurteilung der statistischen Signifikanz angewandt.

Der Visus ein Jahr postoperativ konnte nur von denjenigen Patienten erhoben werden, welche die zugehörigen weiterbehandelnden Augenärzte von der Schweigepflicht gegenüber den Autoren der Studie entbanden und die regelmäßige Nachsorgeuntersuchungen bis mindestens ein Jahr postoperativ wahrnahmen.

## 4.0 Statistische Auswertungen der Ergebnisse

### 4.1 Deskriptive Datenauswertung

Bei 619 Augen der 1290 Augen der Gesamtkohorte fand sich zum Operationszeitpunkt eine Netzhautablösung mit abgehobener Makula. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von 48 %.

Von 408 dieser 619 Augen konnten die Daten ein Jahr postoperativ erhoben werden, was einem prozentualen Anteil von 65,9 % entspricht.

#### 4.1.1 Geschlecht

Bei 361 (58,3 %) der insgesamt 619 ausgewerteten Fälle mit abgehobener Makula handelte es sich um Männer, bei 258 (41,7 %) Patienten um Frauen.

#### 4.1.2 Alter

Das Alter der in die Studie eingeschlossenen Patienten lag zwischen 8 und 93 Jahren mit einem mittleren Alter von 63,5 Jahren. Die Häufigkeiten der Altersverteilung zeigt Abbildung 7.

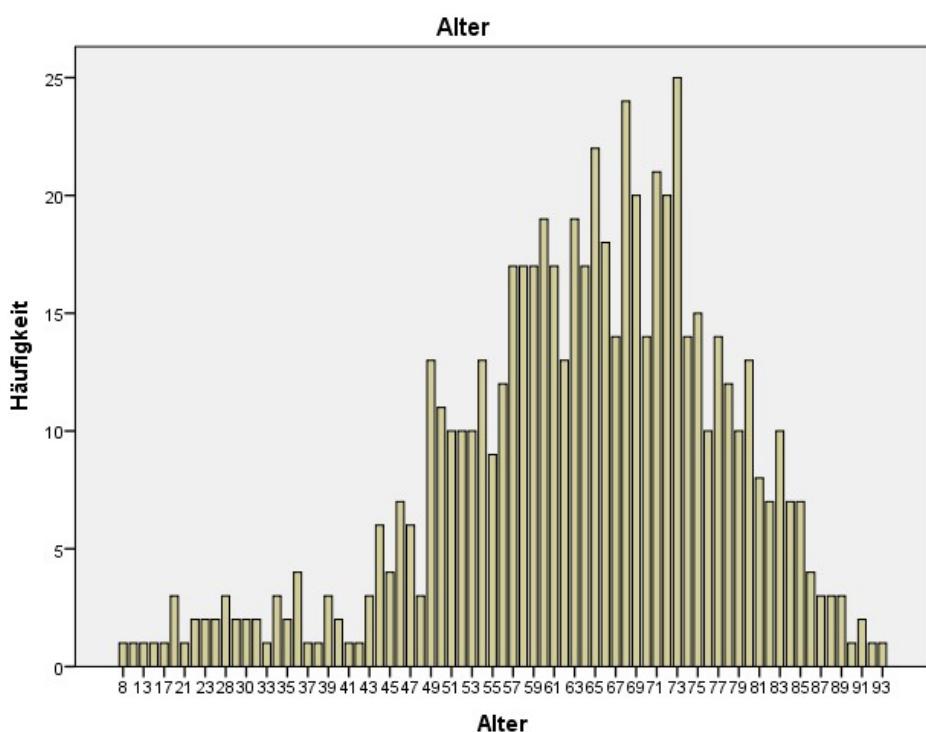


Abbildung 7: Häufigkeiten der Altersverteilung der ausgewerteten Patientendaten

#### 4.1.3 Betroffenes Auge

Bei 313 (50,6 %) der Operationen war das rechte Auge betroffen, bei 306 (49,4 %) das linke Auge. Bei 33 (5,6 %) Patienten kam es im Studienzeitraum von fünfeinhalb Jahren auch zu einer Netzhautablösung am anderen Auge, wobei es bei 8 (1,3 %) dieser Patienten auch am Partnerauge zu einer Netzhautablösung mit Makulabeteiligung kam.

#### 4.1.4 Visus präoperativ

Die gemessenen Visuswerte bei Aufnahme an der Universitätsaugenklinik Regensburg vor der operativen Versorgung zeigt Tabelle 1. Von acht der betrachteten 619 Fälle mit abgehobener Makula konnten retrospektiv kein Visuswerte präoperativ mehr ermittelt werden.

Der Mittelwert des Visus präoperativ lag bei  $1,52 \log(\text{MAR})$  (logarithm of the Minimum Angle of Resolution), das im DIN-System einem Visus zwischen Fingerzählen und 0,05 entspricht. Die Standartabweichung betrug  $0,55 \log(\text{MAR})$ .

Visus in log (MAR)	Visus nach DIN	Häufigkeit	Prozent
0,4	0,4	20	3,2
0,5	0,32	19	3,1
0,6	0,25	10	1,6
0,7	0,2	37	6,0
0,8	0,16	19	3,1
0,9	0,125	9	1,5
1,0	0,1	39	6,3
1,1	0,08	16	2,6
1,3	0,05	111	17,9
1,9	Fingerzählen	32	5,2
2,0	Handbewegungen	287	46,4
2,1	Lichtwahrnehmung	12	1,9
Fehlend		8	1,3

Tabelle 1: Visuswerte präoperativ bei stationärer Aufnahme an der Universitätsaugenklinik Regensburg

Tabelle 1 veranschaulicht graphisch die Verteilung der Visuswerte bei Vorstellung in log(MAR). Mehr als die Hälfte der Patienten, nämlich 53,5%, war vom Visus her so eingeschränkt, dass Optotypen in Form von Zahlen auf einem Sehzeichenprojektor in fünf Meter Entfernung nicht mehr erkannt werden konnten. Etwa 70% der Patienten hatten einen Visus von 1,3 log(MAR) oder schlechter (Abbildung 8). Hierbei sei erneut daran erinnert, dass bei allen Patienten eine Abhebung der Makula als Stelle des schärfsten Sehens vorlag.

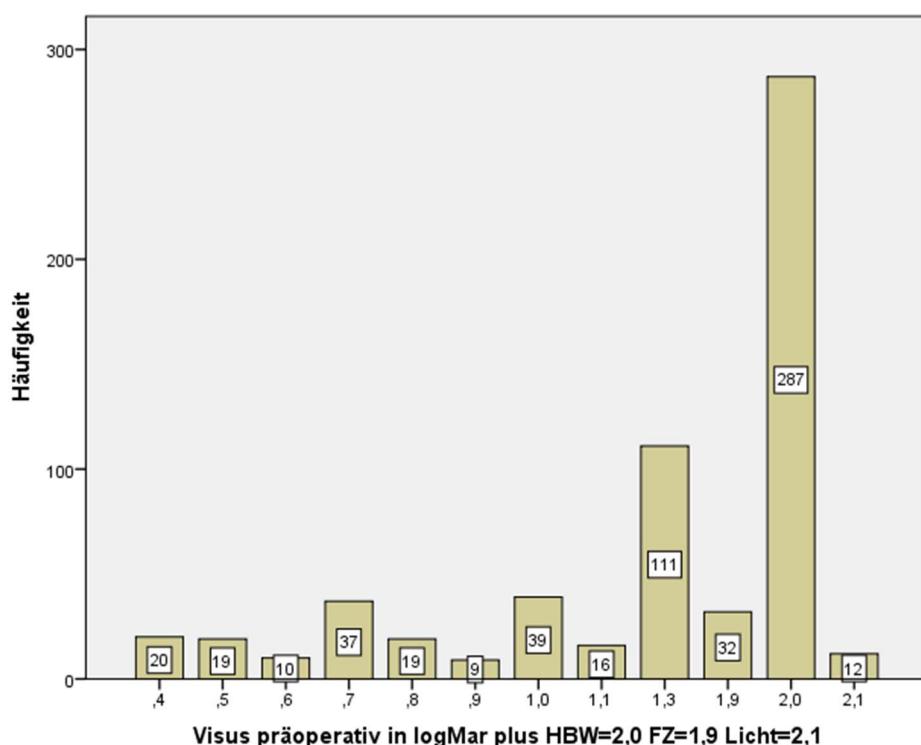


Abbildung 8: Visuswerte der Patienten bei Vorstellung zur operativen Versorgung

#### 4.1.5 Linsenstatus

Eine Auswertung der in die Studie einbezogenen Patienten erfolgte zudem hinsichtlich des Linsenstatus präoperativ, d.h. danach, ob zum Zeitpunkt der initialen Netzhautablösung noch die körpereigene Linse (phake) oder eine Kunstlinse (pseudophake) beim jeweiligen Patientenauge vorlag: 372 Patienten waren phake (60,1 %), 247 Patienten (39,9 %) pseudophake.

#### 4.1.6 Ursächliche Netzhautläsion

Anhand der Op-Berichte und Fundusskizzen erfolgte eine Auswertung nach der als ursächlich für die rissbedingte Ablatio retinae zu wertende Netzhautläsion. Die Einteilung nach Hufeisenforamen, Rundforamen, Riesenriss oder Oradialyse erbrachte das in Tabelle 2 dargestellte Ergebnis:

Ursächliche Netzhautläsion	Häufigkeit	Prozent
Hufeisenforamen	480	77,5
Rundforamen	99	16,0
Oradialyse	14	2,3
kein eindeutiges Foramen darstellbar	18	2,9
Riesenriss	8	1,3

Tabelle 2: Als ursächliche für die rissbedingte Ablatio retinae zu wertende Netzhautläsion

#### 4.1.7 Größe des abgelösten Netzhautareals

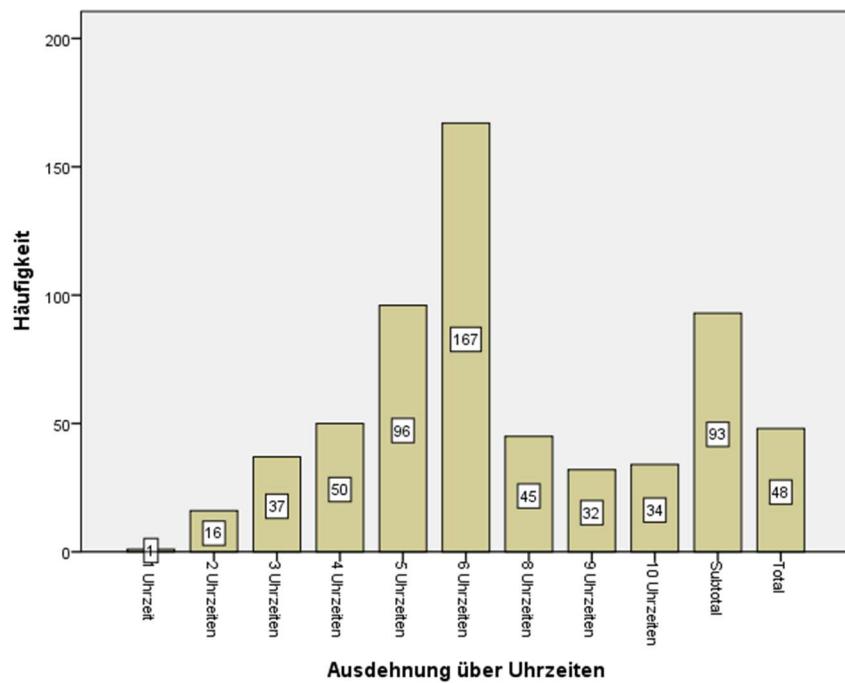


Abbildung 9: Ausmaß der Netzhautablösung anhand Einteilung in 12 Uhrzeiten

Eine Einteilung nach der Größe der Netzhautablösung erfolgte durch eine Auswertung der beteiligten Uhrzeiten. Grundlage dessen war das Studium der präoperativen Fundusskizzen, in denen die gesamte Netzhaut in vier Quadranten und zwölf Uhrzeiten eingeteilt ist. Das Ergebnis veranschaulicht Abbildung 9. Im Mittel waren  $7,13 \pm 2,79$  Uhrzeiten abgehoben.

Abbildung 10 stellt exemplarisch die Darstellung eines präoperativen Befundes bei Netzhautablösung mittels Fundusskizze dar. Ebenfalls wird schematisch ein postoperativer Befund aufgezeigt. Präoperativ wird hier exemplarisch eine Ablatio retinae über drei Uhrzeiten über einem Hufeisenforamen dargestellt.

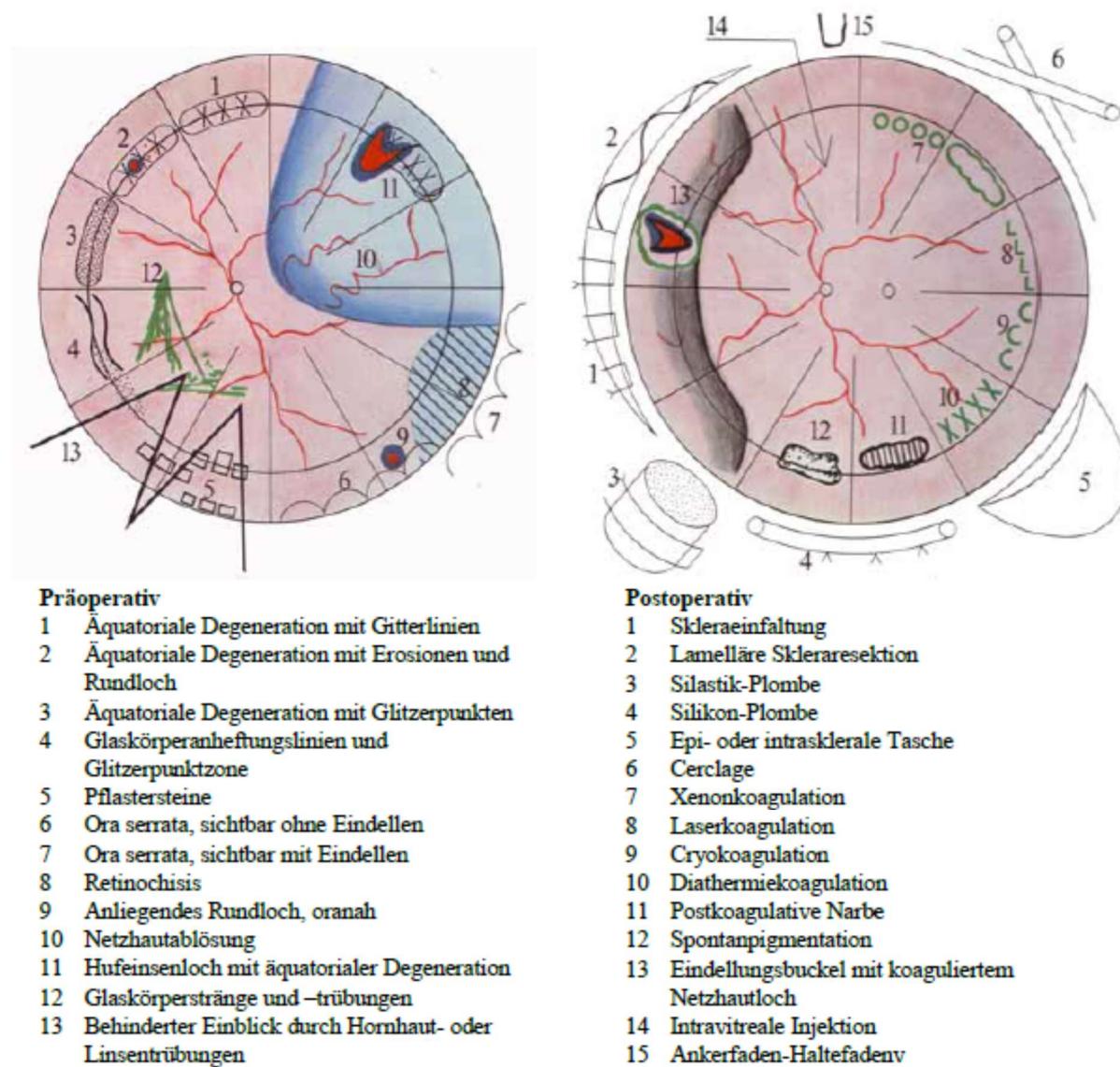


Abbildung 10: Schema für Funduszzeichnung prä- und postoperativ [65]

#### 4.1.8 Anzahl der Löcher

Ebenfalls ausgewertet wurde die Anzahl der vorliegenden Netzhautläsionen. Bei 211 Patienten (34,1 %) lag eine einzelne Netzhautläsion vor, bei 408 Patienten (65,9 %) führten zwei oder mehrere Risse zur Netzhautablösung.

#### 4.1.9 Einteilung nach Schweregrad

In Anlehnung an die sog. SPR-Studie von H. Heimann, K. Bartz-Schmidt, N. Bornfeld und anderen, bei der das Outcome von 681 Fällen einer rhegmatogenen Netzhautablösung in Hinblick auf die operative Versorgung mittels eindellendem Verfahren oder Vitrektomie untersucht worden waren, erfolgt die Einteilung des Patientengutes in drei Schweregruppen [61]:

- Gruppe A: einfache Netzhautablösung: Ein- oder Mehrloch-Situation und Ausdehnung der Ablösung bis zu vier Uhrzeiten
- Gruppe B: mittelschwere Netzhautablösung: Ein- oder Mehrloch-Situation und Ausdehnung der Ablösung zwischen vier und acht Uhrzeiten
- Gruppe C: komplizierte Netzhautablösung: Ein- oder Mehrloch-Situation und Ausdehnung der Ablösung größer als acht Uhrzeiten.

Unter Anwendung dieser Einteilung ergibt sich das in Tabelle 3 dargestellte Ergebnis, wobei zu bedenken ist, dass stets auch die Makula mit abgelöst war:

	Einfache Amotio		Mittelschwere Amotio		Komplizierte Amotio	
Ein-Loch-Situation	46	7,4%	105	17,0%	60	9,7%
Mehrloch-Situation	58	9,4%	203	32,8%	147	23,7%
Gesamt	104	16,8%	308	49,8%	207	33,4%

Tabelle 3: Einteilung der betrachteten Fälle in drei Schweregrade

#### 4.1.10 Zeitpunkt der Versorgung

Es erfolgte darüber hinaus eine Einteilung, ob die Patienten wochentags zwischen 8 und 16 Uhr während der Regelzeit oder notfallmäßig wochentags außerhalb der Regelzeit und am Wochenende zwischen Freitag 16 Uhr und Montag 8 Uhr durch den diensthabenden Ophthalmochirurgen versorgt wurden.

545 Patienten (88 %) wurden wochentags in der Regelzeit, 74 Patienten (12 %) wurden notfallmäßig wochentags außerhalb der Regelzeit oder am Wochenende operiert.

Abbildung 11 zeigt die Anzahl der durchgeführten Operationen je nach Wochentag.

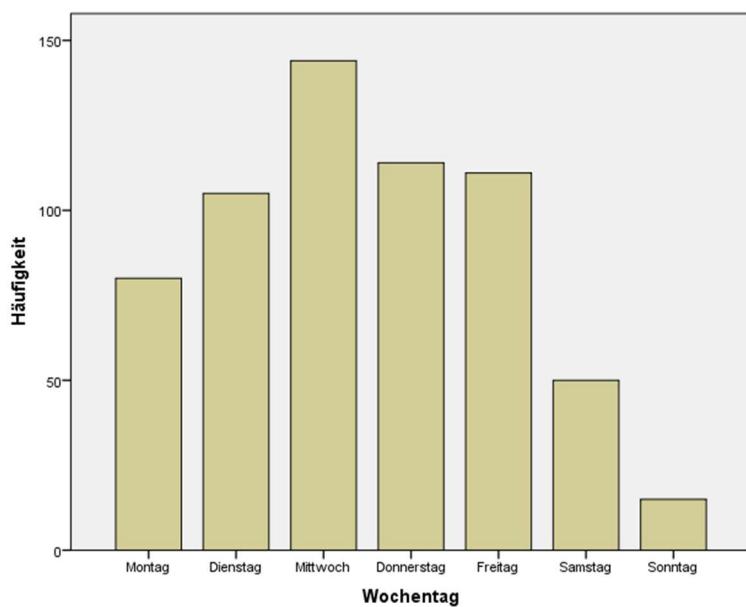


Abbildung 11: Durchgeführte Operationen aufgeteilt nach Wochentag

Teilt man die durchgeführten Operationen nach den Monaten auf, so fällt in Abbildung 12 eine Häufung im Frühjahr und den Sommermonaten auf.

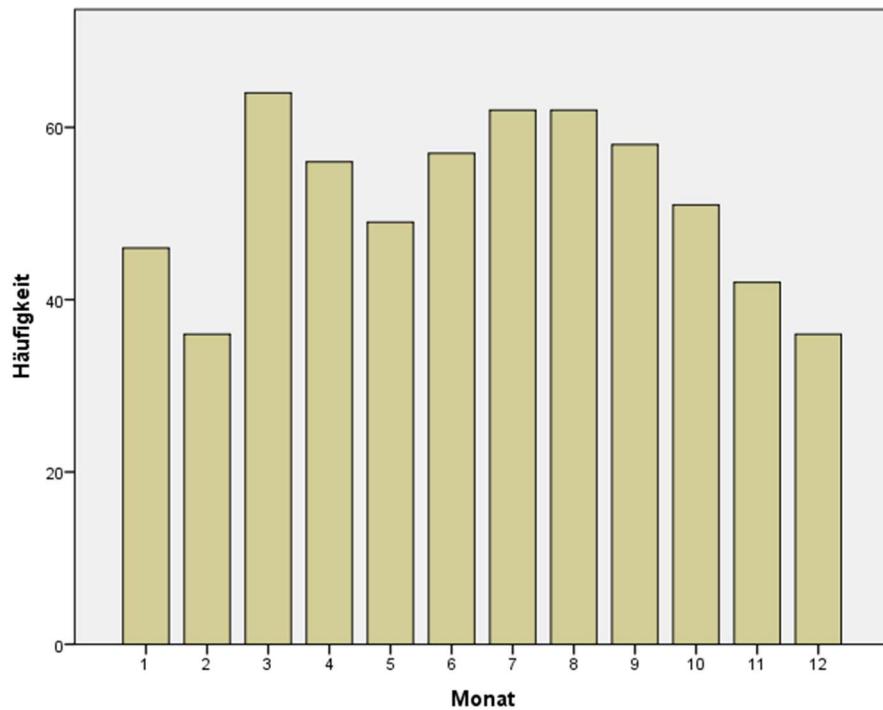


Abbildung 12: Aufteilung der Operationen nach Monaten

## 4.2 Operative Versorgung

### 4.2.1 Op-Methode

Eine Aufstellung der zur operativen Versorgung gewählten Op-Methoden und deren Häufigkeit zeigt Tabelle 4.

Die in 61,2 % der Fälle gewählte Methode der pars plana Vitrektomie mit Gas als Endotamponade war das mit deutlichem Abstand am häufigsten angewandte Verfahren.

Op-Methode	Häufigkeit	Prozent
Plombe	56	9,0
Cerclage	43	6,9
ppV mit Gas Endotamponade	379	61,2
ppV mit Silikon Endotamponade	48	7,8
Cerclage und ppV mit Gas Endotamponade	81	13,1
Cerclage und ppV mit Silikon Endotamponade	12	1,9

Tabelle 4: Angewandte Op-Methoden und deren Häufigkeit

Die Wahl der Op-Methode in Abhängigkeit des Schweregrades der Amotio entsprechend der Einteilung nach Tabelle 3 ist in Tabelle 5 dargestellt.

Op-Methode	einfache Amotio		mittelschwere Amotio		komplizierte Amotio		Gesamt
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	
Plombe	16	15%	32	10%	8	4%	56
Cerclage	5	5%	28	9%	10	5%	43
Cerclage und ppV mit Gas	7	7%	34	11%	40	19%	81
Cerclage und ppV mit Silikon	0	0%	4	1%	8	4%	12
ppV mit Gas	69	66%	198	64%	112	54%	379
ppV mit Silikon	7	7%	12	4%	29	14%	48
Gesamt	104	100%	308	100%	207	100%	619

Tabelle 5: Angewandte Op-Methoden nach Schwierigkeitsgrad der Amotio

Nur in 16% der Fälle wurde eine alleinige Versorgung mittels eindellender Verfahren gewählt, überwiegend bei einfacher und mittelschwerer Amotio, selten bei komplizierter Amotio.

Die pars plana Vitrektomie (ppV) in Verbindung mit Gas als Endotamponade ist die mit deutlichem Abstand am häufigsten gewählte Methode, mit ähnlich hohem Anteil in allen Schweregraden.

Die Kombination aus eindellendem Verfahren mittels Cerclage und Vitrektomie wurde mit großem Abstand am zweithäufigsten durchgeführt, mit deutlicher Tendenz zur Anwendung bei komplizierten Fällen der Ablatio retinae.

Abbildung 13 zeigt die Anzahl der durchgeführten Operationen pro Jahr. Betrachtet man die gewählten Op-Methoden aufgeteilt nach den Studienjahren, wird deutlich, dass die ppV mit Gas im Laufe der Jahre über alle Schweregrade hinweg immer häufiger Anwendung fand. Gleichzeitig fand sich ein deutlicher Rückgang der Verwendung von ppV mit Gas in Kombination mit einer Cerclage. Hierbei gilt zu beachten, dass im Jahr 2012 nur die Monate Januar bis Juni analysiert wurden.

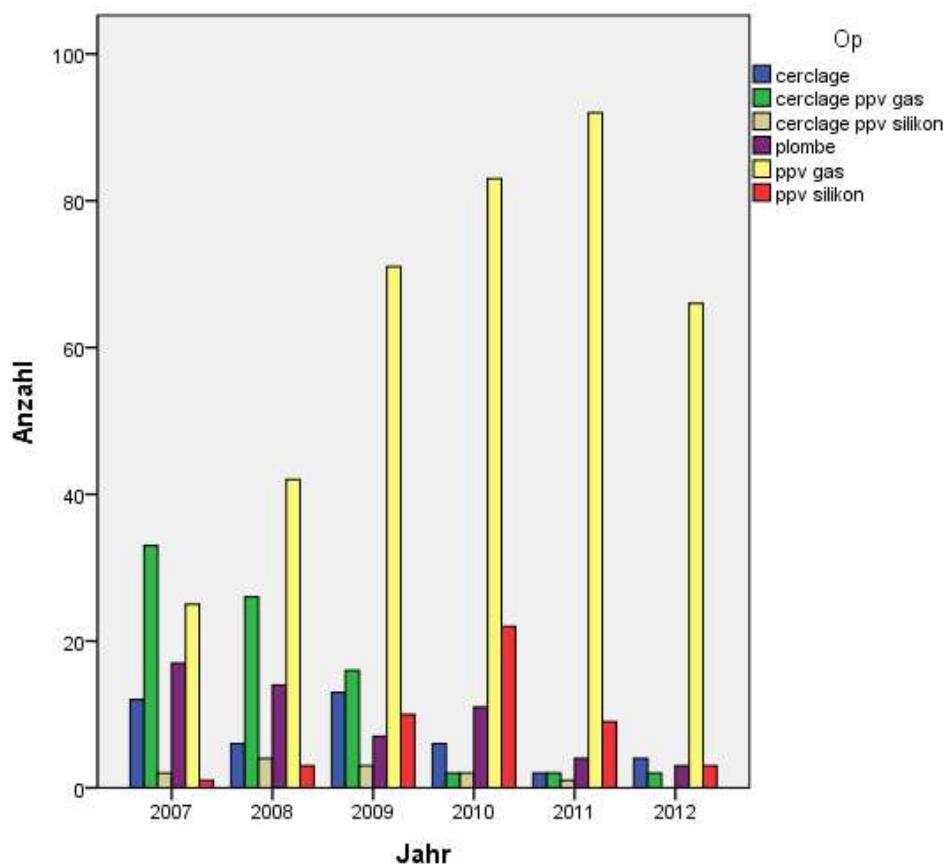


Abbildung 13: Aufteilung der Op-Methoden pro Jahr

#### 4.2.2 Operateur

Die insgesamt 619 durchgeführten operativen Versorgungen wurden von neun Operateuren durchgeführt. Aus datenschutzrechtlichen Gründen werden diese hier nicht namentlich genannt, sondern mit Ziffern kodiert verwendet. Tabelle 6 zeigt die jeweils in einem Jahr und die gesamte Zahl der pro Operateur durchgeführten Eingriffe:

Operateur	Jahr						Gesamt
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
1	29	35	30	31	35	38	198
2	3	8	26	33	38	17	125
3	4	20	27	35	14	2	102
4	21	25	15	0	0	0	61
5	2	7	22	27	10	0	68
6	0	0	0	0	13	19	32
7	21	0	0	0	0	0	21
8	10	0	0	0	0	0	10
9	0	0	0	0	0	2	2
Gesamt	90	95	120	126	110	78	619

Tabelle 6: Anzahl der pro Jahr und pro Operateur durchgeführten Eingriffe

Tabelle 7 stellt die Anzahl der vom jeweiligen Operateur durchgeführten Operationen nach deren Schwierigkeitsklasse dar.

Oper.	Anzahl einfache Amotio	Prozent einfache Amotio	Anzahl mittel-schwere Amotio	Prozent mittel-schwere Amotio	Anzahl kompliziert. Amotio	Prozent kompliziert. Amotio	Ges.
1	19	9,6%	100	50,5%	79	39,9%	198
2	35	28,0%	59	47,2%	31	24,8%	125
3	19	18,6%	51	50,0%	32	31,4%	102
4	8	13,1%	28	45,9%	25	41,0%	61
5	12	17,6%	37	54,4%	19	27,9%	68
6	6	18,8%	16	50,0%	10	31,3%	32
7	3	14,3%	10	47,6%	8	38,1%	21
8	0	0,0%	7	70,0%	3	30,0%	10
9	2	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	2

Tabelle 7: Aufteilung der pro Operateur durchgeführten Eingriffe nach Schwierigkeitsgraden

Welche Eingriffe vom jeweiligen Operateur durchgeführt worden waren, zeigt Tabelle 8.

Operateur	Plombe	Cerclage	Cerclage und ppV mit Gas	Cerclage und ppV mit Silikon	ppV mit Gas	ppV mit Silikon	Ges.
1	26	19	13	0	125	15	198
2	4	2	2	5	104	8	125
3	10	12	17	3	48	12	102
4	1	4	20	2	28	6	61
5	10	3	10	1	38	6	68
6	1	0	0	0	30	1	32
7	2	0	15	0	4	0	21
8	2	1	4	1	2	0	10
9	0	2	0	0	0	0	2
Gesamt	56	43	81	12	379	48	619

Tabelle 8: Anzahl der pro Operateur durchgeführten Eingriffe

Welche Wahl der Op-Methode vom entsprechenden Operateur in Bezug auf die in Punkt 4.1.6 angewandte Klassifikation des Schwierigkeitsgrades der Ablatio retinae gewählt wurde, zeigen Tabelle 9, Tabelle 10 und Tabelle 11.

Operateur	Plombe	Cerclage	Cerclage und ppV mit Gas	Cerclage und ppV mit Silikon	ppV mit Gas	ppV mit Silikon	Ges.
1	5	2	0	0	10	2	19
2	1	1	0	0	32	1	35
3	5	0	1	0	9	4	19
4	1	0	3	0	4	0	8
5	3	0	1	0	8	0	12
6	1	0	0	0	5	0	6
7	0	0	2	0	1	0	3
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	2	0	0	0	0	2
Gesamt	16	5	7	0	69	7	104

Tabelle 9: Vom jeweiligen Operateur gewählte Op-Methode im Falle einer einfachen Ablatio retinae

Operateur	Plombe	Cerclage	Cerclage und ppV mit Gas	Cerclage und ppV mit Silikon	ppV mit Gas	ppV mit Silikon	Ges.
1	16	10	3	0	70	1	100
2	2	1	0	1	52	3	59
3	4	10	7	0	26	4	51
4	0	4	7	2	12	3	28
5	7	3	7	1	19	0	37
6	0	0	0	0	15	1	16
7	2	0	6	0	2	0	10
8	1	0	4	0	2	0	7
9	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	32	28	34	4	198	12	308

Tabelle 10: Vom jeweiligen Operateur gewählte Op-Methode im Falle einer mittelschweren Ablatio retinae

Operateur	Plombe	Cerclage	Cerclage und ppV mit Gas	Cerclage und ppV mit Silikon	ppV mit Gas	ppV mit Silikon	Ges.
1	5	7	10	0	45	12	79
2	1	0	2	4	20	4	31
3	1	2	9	3	13	4	32
4	0	0	10	0	12	3	25
5	0	0	2	0	11	6	19
6	0	0	0	0	10	0	10
7	0	0	7	0	1	0	8
8	1	1	0	1	0	0	3
9	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	8	10	40	8	112	29	207

Tabelle 11: Vom jeweiligen Operateur gewählte Op-Methode im Falle einer komplizierten Ablatio retinae

Tabelle 9, Tabelle 10 und Tabelle 11 bestätigen, dass die ppV mit Gas unter allen Operateuren in allen Schweregraden die präferierte Op-Methode ist. Bezuglich der

Anwendung der Buckelchirurgie oder der Anwendung einer Cerclage fallen keine großen interindividuellen Präferenzen auf. Alle Operateure greifen bei einfacheren Fällen vermehrt zur Buckelchirurgie und bei schweren Fällen vermehrt zur ppV, als Einzelverfahren oder in Kombination mit einer Cerclage oder Silikonöl.

#### 4.2.3 Zugang bei pars plana Vitrektomie

Wie im Punkt 2.4.2 beschrieben, wurden die Zugangsinstrumente im Laufe der technischen Weiterentwicklung zunehmend kleiner. Tabelle 12 zeigt die Art und Anzahl der gewählten Zugangswege bei einer pars plana Vitrektomie im Rahmen unserer Studie. Zu Beginn des Studienzeitraums war der 20 Gauge Zugang die Methode der Wahl, ab dem Jahr 2010 kam zusätzlich der 23 Gauge Zugang zur alternativen Anwendung.

	Jahr						Gesamt
Zugang	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
20 Gauge	60	74	100	99	72	56	461
23 Gauge	0	0	0	10	32	15	57
Gesamt	60	74	100	109	104	71	518

Tabelle 12: Gewähltes Zugangsinstrumentarium bei pars plana Vitrektomie

#### 4.2.4 Verwendete Endotamponade

Die Art und Anzahl der als Endotamponade zur Anwendung gekommenen Hilfsmittel zeigt Tabelle 13.

Art der Endotamponade	Häufigkeit	Prozent
BSS	79	12,8
C2F6 16%	139	22,5
C3F8 12%	28	4,5
Luft	12	1,9
SF6 20%	301	48,6
Silikon	60	9,7
Gesamt	619	100,0

Tabelle 13: Art und Anzahl der zur Anwendung gekommenen Endotamponaden

In Tabelle 14 erfolgt eine Aufteilung der ausgewählten Endotamponade nach Schweregrad der vorliegenden Amotio. Es zeigt sich, dass SF6 20% die am häufigsten gewählte Endotamponade in allen Schweregradklassen ist. Silikonöl und die Perfluorocarbongase, die gegenüber den Schwefelhexafluorid wie zuvor erwähnt eine längere Tamponadedauer bieten, findet vor allem Verwendung in schweren Fällen.

Art der Tamponade	Häufigkeit leichte Amotio	Prozent leichte Amotio	Häufigkeit mittelsch. Amotio	Prozent mittelsch. Amotio	Häufigkeit schwere Amotio	Prozent schwere Amotio
BSS	18	17,3	46	14,9	15	7,2
C2F6 16%	19	18,3	72	23,4	48	23,2
C3F8 12%	1	1,0	12	3,9	15	7,2
Luft	2	1,9	7	2,3	3	1,4
SF6 20%	57	54,8	155	50,3	89	43,0
Silikon	7	6,7	16	5,2	37	17,9
Gesamt	104	100	308	100	207	100

Tabelle 14: Wahl der Endotamponade nach Schweregrad der Amotio

#### 4.2.5 Kryokoagulation und Laserkoagulation

Zur Erzeugung einer Narbe um die Netzhautläsion wurde in 532 Fällen (85,9 %) eine Kryosonde verwendet. Bei 426 Fällen (68,8 %) kam eine Lasersonde zum Einsatz, in 269 (43,5 %) Fällen wurde damit eine zirkuläre Lasercerclage erzeugt.

Laser- und Kryokoagulation wurden bei 339 (54,8 %) Patienten kombiniert angewandt.

#### 4.2.6 Ersatz der Linse bei phaken Patienten

Bei 199 (53,5 %) der 372 phaken Augen wurde gleichzeitig mit Versorgung der Netzhautablösung eine Kunstlinse in das Auge implantiert. Die Zuordnung von Eingriff und Ersatz der körpereigenen Linse zeigt Tabelle 15.

	Gesamt	davon phake Häufigkeit	davon phake Prozent	Linse ersetzt Häufigkeit	Linse ersetzt Prozent
Plombe	56	56	100	0	0
Cerclage	43	43	100	0	0
Cerclage und ppV mit Gas	81	14	17,3	4	28,6
Cerclage und ppV mit Silikon	12	5	41,7	3	60,0
ppV mit Gas	379	229	60,4	171	74,7
ppV mit Silikon	48	25	52,1	21	84,0
Gesamt	619	372	60,1	199	53,5

Tabelle 15: Linsenersatz nach Op-Methode und präoperativem Linsenstatus

Im Laufe des Beobachtungszeitraumes fällt ein deutlicher Trendwandel in der Frage auf, ob bei phaken Patienten die körpereigene Linse zeitgleich ersetzt werden soll oder nicht. Dies zeigt Abbildung 14. Während in den ersten Studienjahren die Linse vermehrt belassen wurde, erfolgte in den weiteren Studienjahren deutlich häufiger ein zeitgleicher Ersatz der Linse.

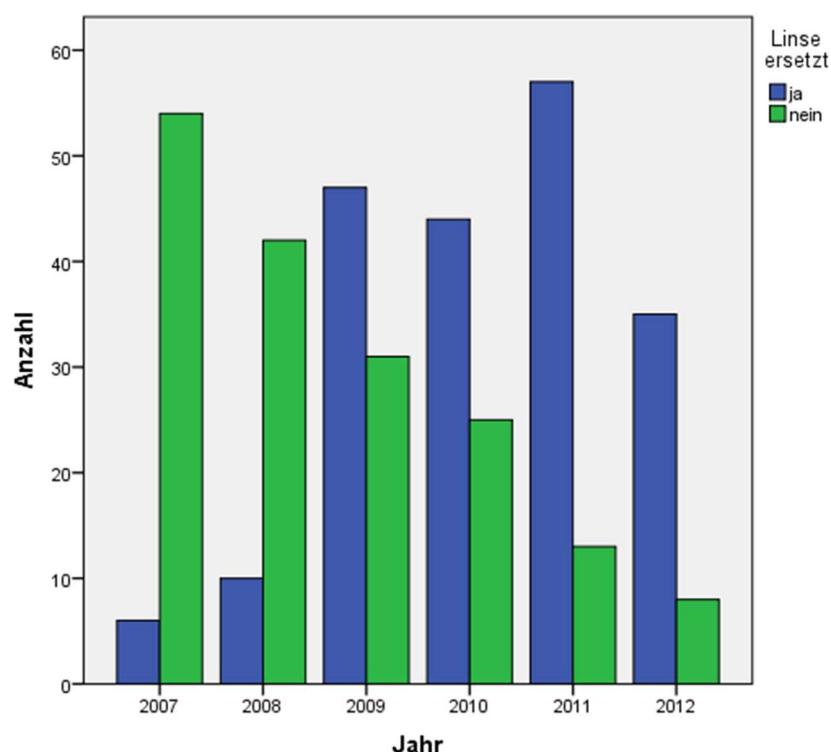


Abbildung 14: Zeitgleicher Ersatz der Linse bei primär phaken Patienten aufgeteilt nach Jahren

Weiter kann in Abbildung 15 beobachtet werden, dass bei phaken Patienten bei niedrigem präoperativem Visus deutlich häufiger ein Ersatz der Linse erfolgt. Dies könnte durch eine zeitgleiche Visusminderung durch das Vorliegen einer Katarakt, also eine Trübung der körpereigenen Linse, bedingt sein. Leider konnte die Frage nach Vorliegen einer Katarakt retrospektiv nicht mehr beantwortet werden.

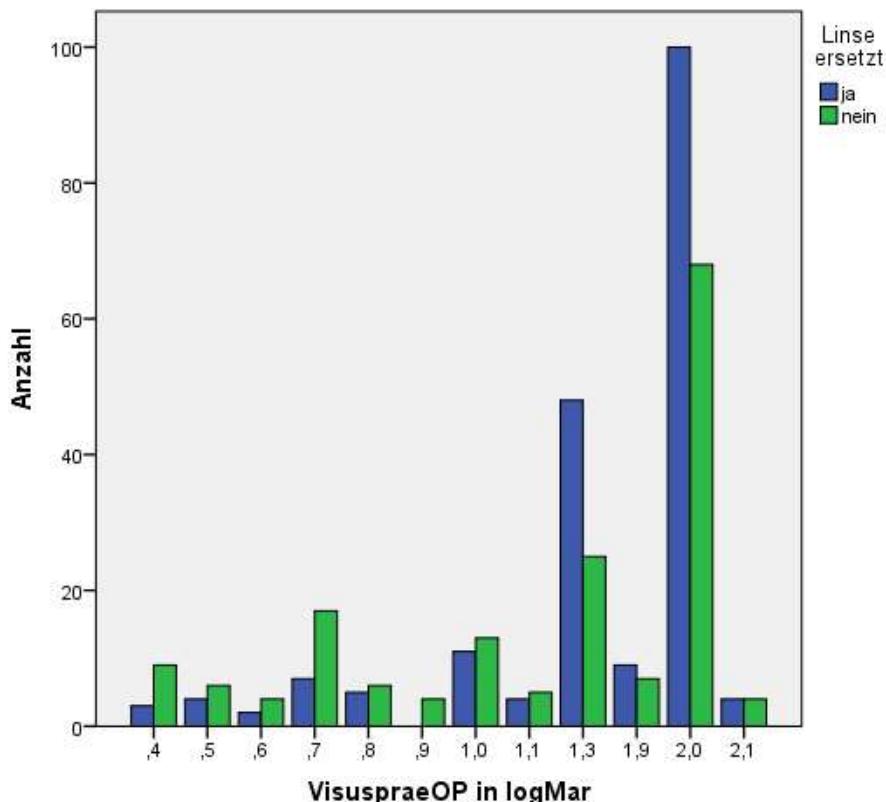


Abbildung 15: Ersatz der Linse bei phaken Patienten in Abhängigkeit vom präoperativen Visus

#### 4.2.7 Pseudophakie-Ablationes

Bei 274 der 619 Patienten fand man in der Anamnese eine Katarakt-Operation. Diese Patienten wurden alle mittels einer ppV-Operation versorgt, wie Tabelle 16, in der Gesamtgruppe und in Schweregrade aufgeteilt, zeigt.

Dabei handelt es sich um 39 (15,8%) Fälle einer einfachen, 113 (45,7%) Fälle einer mittelschweren und 95 (38,5%) Fälle einer schweren Ablatio retinae.

	Gesamt		einfache A-motio		mittelschwere Amotio		schwere Amotio	
Op-Methode	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Cerclage und ppV mit Gas	67	27,1	5	12,8	29	25,7	33	34,7
Cerclage und ppV mit Silikon	7	2,8	0	0	3	2,7	4	4,2
ppV mit Gas	150	60,7	30	76,9	77	68,1	43	45,3
ppV mit Silikon	23	9,3	4	10,3	4	3,5	15	15,8
Gesamt	247	100	39	100	113	100	95	100

Tabelle 16: Op-Methoden bei Pseudophakie-Ablatio

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Anzahl der Operationen bis zur anhaltenden Netzhautanlage

In allen beobachteten Fällen konnte die Netzhaut innerhalb des Beobachtungszeitraumes von einem Jahr zur Anlage gebracht werden. Allerdings können hier nur die Daten der Re-Operationen ausgewertet werden, die wie die primäre Operation am Universitätsaugenklinikum Regensburg durchgeführt worden waren. Die Daten von Patienten, die sich zur Re-Operation in andere Zentren, ggf. sogar im Ausland, begaben, konnten aufgrund von Unkenntnis darüber oder aufgrund nicht vorliegender Schweigepflichtentbindung gegenüber diesen Zentren nicht erhoben werden.

Anzahl der Notwendigen Operationen	Häufigkeit	Prozent
1 Operation	540	87,2
2 Operationen	48	7,8
3 Operationen	24	3,9
4 Operationen	7	1,1
Gesamt	619	100,0

Tabelle 17: Anzahl der notwendigen Operationen zur Wiederanlage der Netzhaut

Die primäre Wiederanlagerate lag bei 87,2 %, wie Tabelle 17 veranschaulicht. Die maximal notwendige Anzahl an Operationen zur Wiederanlage der Netzhaut lag bei vier operativen Eingriffen und war in 1,1 % der Fälle von Nöten. Im Durchschnitt waren damit 1,2 Eingriffe erforderlich.

### 4.3.2 Einflussfaktoren auf die Anzahl der Operationen bis zur anhaltenden Netzhautanlage

#### 4.3.2.1 Schweregrad der Ablatio retinae

Unterteilt man die Fälle in Schweregrade entsprechend Punkt 4.1.6, ergibt sich die in Tabelle 18 dargestellte Anzahl an Operationen bis zur Wiederanlage.

Auch nach Aufteilung in Schweregrade zeigt sich, dass im Großteil der Fälle eine Operation bereits Erfolg brachte. Die Anzahl an Re-Operationen weicht nach Aufteilung in Schwerefälle kaum vom Gesamtkollektiv ab.

Op	einfache Amotio		mittelschwere A-motio		kompliziert. Amotio		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1	96	92,3%	261	84,7%	183	88,4%	540	87,2%
2	3	2,9%	31	10,1%	14	6,8%	48	7,8%
3	5	4,8%	12	3,9%	7	3,4%	24	3,9%
4	0	0%	4	1,3%	3	1,4%	7	1,1%
Ges	104		308		207		619	

Tabelle 18: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle in Schweregrade

Der Schwerograd der Amotio hat damit kaum Einfluss auf die Anzahl der notwendigen Operationen bis zur Wiederanlage.

Die statistische Testung mittels Kruskal-Wallis-Test bestätigt dies und zeigt keinen signifikanten Einfluss an ( $q = 0,133$ ).

Mittelschwere und schwere Fälle der Ablatio retinae erfordern zwar wie in Punkt 4.2.1 gezeigt komplexere operative Versorgungen, aber reduzieren darunter nicht die Wahrscheinlichkeit für primären anatomischen Erfolg.

#### 4.3.2.2 Alter der Patienten

Die Antwort auf die Frage, ob das Alter der Patienten einen Einfluss auf die Anzahl der notwendigen Operationen bis zur anhaltenden Wiederanlage der Netzhaut hat, liefert Tabelle 19. Mit zunehmendem Alter steigt in geringem Maße die Wahrscheinlichkeit für eine Re-Ablatio. Diese Aussage ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p=0,085$  im Mann-Whitney-U-Test).

Altersgruppe in Jahren		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
0 - 30	Anzahl	22	0	0	0	22 (3,6%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
31 - 40	Anzahl	17	1	1	0	19 (3,1%)
	%	89,5%	5,3%	5,3%	0,0%	
41 - 50	Anzahl	51	3	1	0	55 (8,9%)
	%	92,7%	5,5%	1,8%	0,0%	
51 - 60	Anzahl	117	10	5	2	134 (21,6%)
	%	87,3%	7,5%	3,7%	1,5%	
61 - 70	Anzahl	153	12	10	3	178 (28,8%)
	%	86,0%	6,7%	5,6%	1,7%	
71 - 80	Anzahl	131	16	5	2	154 (24,9%)
	%	85,1%	10,4%	3,2%	1,3%	
81 - 90	Anzahl	45	6	2	0	53 (8,6%)
	%	84,9%	11,3%	3,8%	0,0%	
91 - 100	Anzahl	4	0	0	0	4 (0,6%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
Gesamt	Anzahl	540	48	24	7	619 (100%)
	%	87,2%	7,8%	3,9%	1,1%	

Tabelle 19: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen  
in Abhängigkeit vom Alter der Patienten

#### 4.3.2.3 Geschlecht der Patienten

Denkbar wäre auch, dass das Geschlecht einen Einfluss auf die Anzahl der notwendigen Operationen hat. Dies widerlegt allerdings Tabelle 20. Auch statistisch mit dem Mann-Whitney-U-Test berechnet ergibt sich kein signifikanter Einfluss ( $p=0,573$ ).

Geschlecht		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
männlich	Anzahl	311	30	16	4	361 (58,3%)
	%	86,1%	8,3%	4,4%	1,1%	
weiblich	Anzahl	229	18	8	3	258 (41,7%)
	%	88,8%	7,0%	3,1%	1,2%	
Gesamt	Anzahl	540	48	24	7	619 (100%)
	%	87,2%	7,8%	3,9%	1,1%	

Tabelle 20: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten

#### 4.3.2.4 Ursächliche Netzhautläsion

Tabelle 21 zeigt die zur Wiederanlage der Netzhaut erforderliche Anzahl der Operationen in Abhängigkeit von der für die Netzhautablösung als ursächlich eingestuften Netzhautläsion. Rundforamen und Orarisse scheinen weniger Re-Ablations zu bedingen als Hufeisenforamen und Riesenrisse. Ein nicht eindeutig identifizierbares, ursächliches Foramen bedingt die höchste Anzahl an Re-Ablationes. Berechnet mit dem Mann-Whitney-U-Test hat die Art der ursächlichen Läsion allerdings keinen signifikanten Einfluss auf das primäre anatomische Op-Ergebnis ( $p=0,172$ ).

Ursächliche Netzhautläsion		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
Hufeisen-foramen	Anzahl	413	40	21	6	480 (77,5%)
	%	86,0%	8,3%	4,4%	1,3%	
Rundforamen	Anzahl	91	4	3	1	99(16,0%)
	%	91,9%	4,0%	3,0%	1,0%	
Orariss	Anzahl	14	0	0	0	14 (2,2%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
Kein eindeutiges Foramen	Anzahl	15	3	0	0	18 (2,9%)
	%	83,3%	16,7%	0,0%	0,0%	
Riesenriss	Anzahl	7	1	0	0	8 (1,3%)
	%	87,5%	12,5%	4,5%	1,5%	
Gesamt	Anzahl	540	48	24	7	619 (100%)
	%	87,2%	7,8%	3,9%	1,1%	

Tabelle 21: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit der für die Ablatio retinae ursächlichen Netzhautläsion

#### 4.3.2.5 Präoperativer Visus

Interessant ist auch die Frage, ob der präoperative Visus einen Einfluss auf den anatomischen Erfolg der Ablatio-Chirurgie hat.

Präop. Visus in log(MAR)		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
0,4	Anzahl	19	0	1	0	20 (3,3%)
	%	95,0%	0,0%	5,0%	0,0%	
0,5	Anzahl	18	0	1	0	19 (3,1%)
	%	94,7%	0,0%	5,3%	0,0%	
0,6	Anzahl	10	0	0	0	10 (1,6%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
0,7	Anzahl	37	0	0	0	37 (6,1%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
0,8	Anzahl	19	0	0	0	19 (3,1%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
0,9	Anzahl	8	1	0	0	9 (1,5%)
	%	88,9%	11,1%	0,0%	0,0%	
1,0	Anzahl	36	2	0	1	39 (6,4%)
	%	92,3%	5,1%	0,0%	2,6%	
1,1	Anzahl	12	2	2	0	16 (2,6%)
	%	75,0%	12,5%	12,5%	0,0%	
1,3	Anzahl	93	11	4	3	111 (18,2%)
	%	83,8%	9,9%	3,6%	2,7%	
1,9	Anzahl	29	3	0	0	32 (5,2%)
	%	90,6%	9,4%	0,0%	0,0%	
2,0	Anzahl	241	27	16	3	287 (47,0%)
	%	84,0%	9,4%	5,6%	1,0%	
2,1	Anzahl	10	2	0	0	12 (2,0%)
	%	83,3%	16,7%	0,0%	0,0%	
Gesamt	Anzahl	532	48	24	7	611 (100%)
	%	87,1%	7,9%	3,9%	1,1%	

Tabelle 22: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom präoperativen Visus

Tabelle 22 bejaht dies: je schlechter der präoperative Visus ist, desto häufiger kommt es zur Re-Ablatio und zu vermehrten Folge-Eingriffen bis zur beständigen Anlage der Netzhaut. Auch statistisch ist dies hoch signifikant ( $p=0,002$  im Mann-Whitney-U-Test). Abbildung 16 veranschaulicht diese These auch graphisch.

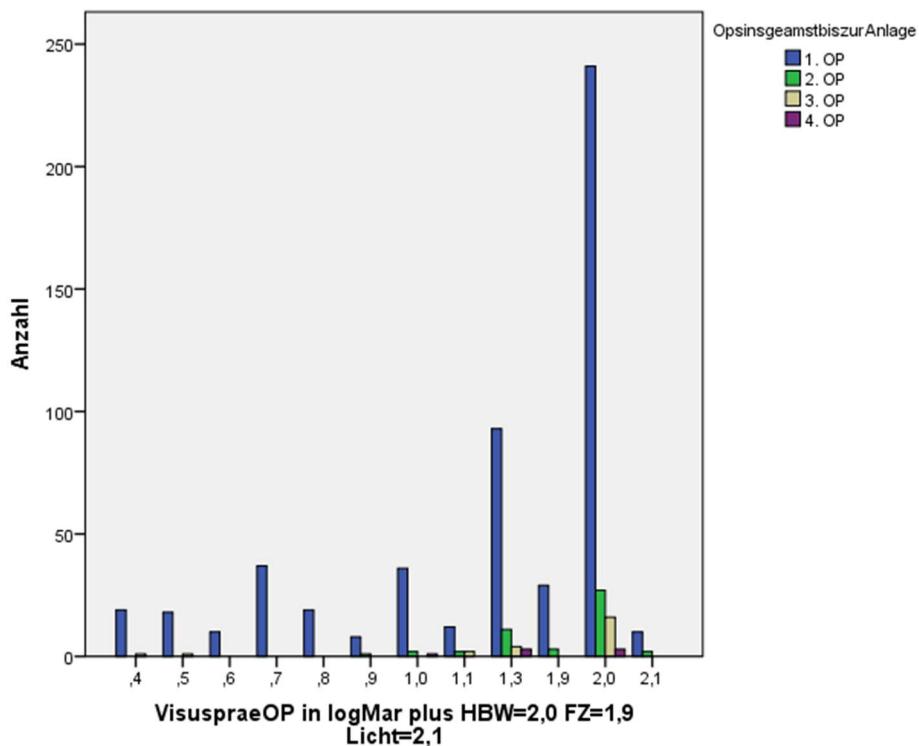


Abbildung 16: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom präoperativen Visus

#### 4.3.2.6 Zugangsweg bei pars plana Vitrektomie

Zugang		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
20 Gauge	Anzahl	199	17	9	2	227 (79,9%)
	%	87,7%	7,5%	4,0%	0,9%	
23 Gauge	Anzahl	52	2	2	1	57 (20,1%)
	%	91,2%	3,5%	3,5%	1,8%	
Gesamt	Anzahl	251	19	11	3	284 (100%)
	%	88,4%	6,7%	3,9%	1,1%	

Tabelle 23: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom Zugangsweg bei ppV

Ab dem Jahr 2010 stand bei der pars plana Vitrektomie neben dem 20 Gauge Zugang auch ein alternativer, Trokar-gestützter 23 Gauge Zugang zur Verfügung. Analysiert werden deshalb in Tabelle 23 Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom Zugangsweg bei ppV nur die 284 ab dem Jahr 2010 durchgeführten pars plana Vitrektomien.

Der neue Zugangsweg bedingt weniger Re-Ablations und senkt die Anzahl der notwendigen Re-Operationen. Dies ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p=0,489$  im Mann-Whitney-U-Test).

#### 4.3.2.7 Anzahl der Läsionen

Tabelle 24 betrachtet die Anzahl der notwendigen Operationen in Abhängigkeit von der Anzahl der vorliegenden Netzhautläsionen, singulär oder multiple. Es zeigt sich, dass sich bei Vorliegen einer singulären Netzhautläsion eine deutlich höhere, primäre Anlagerate erzielen lässt. Im Mann-Whitney-U-Test bestätigt sich dies mit statistischer Signifikanz ( $p=0,025$ ).

Anzahl Ope- rationen	Anzahl der Löcher				Gesamt	
	singulär		multiple			
1. OP	193	91,50%	347	85,00%	540	87,20%
2. OP	11	5,20%	37	9,10%	48	7,80%
3. OP	4	1,90%	20	4,90%	24	3,90%
4. OP	3	1,40%	4	1,00%	7	1,10%
	211		408		619	

Tabelle 24: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in Anzahl der Läsionen (singulär vs. multiple)

#### 4.3.2.8 Operateur der Erst-Operation

Trennt man die Anzahl der notwendigen Operationen nach dem Operateur der primären Operation, lässt sich dem jeweiligen Operateur eine primäre Erfolgsrate zuordnen. Dies zeigt Tabelle 25.

Operateur	1 Op		2 Op		3 Op		4 Op		Ges.
1	182	91,9%	14	7,1%	2	1,0%	0	0,0%	198
2	108	86,4%	10	8,0%	6	4,8%	1	0,8%	125
3	92	90,2%	6	5,9%	2	2,0%	2	2,0%	102
4	50	82,0%	5	8,2%	5	8,2%	1	1,6%	61
5	60	88,2%	5	7,4%	1	1,5%	2	2,9%	68
6	20	62,5%	6	18,8%	5	15,6%	1	3,1%	32
7	19	90,5%	0	0,0%	2	9,5%	0	0,0%	21
8	7	70,0%	2	20,0%	1	10,0%	0	0,0%	10
9	2	100,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	2
Gesamt	540	87,2%	48	7,8%	24	3,9%	7	1,1%	619

Tabelle 25: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle nach dem Operateur der primären Operation

Bei den in der Studie betrachteten Re-Operationen wurde nicht mit ausgewertet, von welchem Operateur die Re-Operation durchgeführt worden war. Die Tabelle zeigt deshalb nur, wie viele Re-Operationen nach primärer Operation des jeweiligen Operateurs von Nöten waren. Die Operatoren Nummer 8 und Nummer 9 wurden aufgrund der geringen Anzahl durchgeföhrter Eingriffe bei der Auswertung ausgeklammert.

Die Aufstellung bestätigt die allgemeine Grundregel der chirurgischen Fächer, dass eine Grundlage des erfolgreichen operativen Outcomes die häufige Anwendung der operativen Prozedur ist.

Auch im Falle der rhegmatogenen Ablatio retinae erzielten diejenigen Operatoren eine hohe primäre Anlagerate, die auf eine regelmäßige Anwendung und damit auf einen hohen Erfahrungsschatz zurückgreifen konnten. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass bei primärer Operation durch einen erfahrenen Operateur weniger Re-Operationen erforderlich sind.

Das bestätigt sich auch im Kruskal-Wallis-Test: die Verteilung der notwendigen Operationen bis zur Anlage in Abhängigkeit vom primären Operateur sind signifikant unterschiedlich ( $p<0,01$ ).

#### 4.3.2.9 OP-Methode der Erst-Operation

Tabelle 26 betrachtet die Anzahl der notwendigen Operationen in Zusammenschau mit der primären Op-Methode unabhängig vom Schweregrad der Amotio.

Op		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
Cerclage	Anzahl	38	5	0	0	43 (6,9%)
	%	88,4%	11,6%	0,0%	0,0%	
Cerclage ppV Gas	Anzahl	70	6	3	2	81 (13,1%)
	%	86,4%	7,4%	3,7%	2,5%	
Cerclage ppV Silikon	Anzahl	11	0	1	0	12 (1,9%)
	%	91,7%	0,0%	8,3%	0,0%	
Plombe	Anzahl	49	6	1	0	56 (9%)
	%	87,5%	10,7%	1,8%	0,0%	
ppV Gas	Anzahl	327	29	18	5	379 (61,2%)
	%	86,3%	7,7%	4,7%	1,3%	
ppV Silikon	Anzahl	45	2	1	0	48 (7,7%)
	%	93,8%	4,2%	2,1%	0,0%	
Gesamt	Anzahl	540	48	24	7	619 (100%)
	%	87,2%	7,8%	3,9%	1,1%	

Tabelle 26: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode

Es fällt auf, dass nur die Methoden in Verbindung mit Silikon-Tamponade eine deutlich höhere Primäranlage-Rate bieten. Dies bestätigt die Effektivität dieser Tamponade, wobei aufgrund der bereits in Punkt 2.4.3 erwähnten, erheblichen Nebenwirkungen Silikonöl sicher nur nach vorheriger sorgfältiger Abwägung als eine Art Ultima Ratio zur Wiederanlage der Netzhaut Verwendung findet.

Alle anderen Methoden weichen kaum von der gesamten, durchschnittlichen primären Anlagerate ab. Auch statistisch gesehen hat die Op-Methode keinen Einfluss auf die primäre Anlagerate (Kruskal-Wallis-Test,  $p=0,763$ ). Hier gilt allerdings zu bedenken, dass die Wahl der Op-Methode individuell auf die jeweils vorliegende Ablatio-Konstellation

lation durch den Operateur erfolgt. Da es unter den einzelnen Verfahren kaum Unterschiede in der primären Anlagerate gibt, ist dies ein indirekter Anhaltspunkt für eine auf den Einzelfall bezogene, effektive Auswahl der Op-Methode durch den durchführenden Operateur.

In Tabelle 27, Tabelle 28 und Tabelle 29 erfolgt eine Aufteilung der primären Anlageraten und Anzahl der notwendigen Operationen bis zur anhaltenden Wiederanlage der Netzhaut je nach Schweregrad der Amotio retinae. Es zeigt sich erneut, dass die Buckelchirurgie vor allem in Fällen leichter Amotio bevorzugt wird. Sie bietet hier hohe primäre Anlageraten und eine geringe Notwendigkeit für Re-Operationen. Die ppV mit Gas ist über alle Schweregrade hinweg die am häufigsten angewandte Op-Methode mit gutem primären Anlageergebnis, das erwartungsgemäß bei mittelschweren und schweren Fällen durch die Kombination einer ppV mit einer Cerclage oder Silikon-Öl noch verbessert werden kann. Statistisch getestet ergibt sich für diese Aussagen nach Aufteilung in die jeweiligen Schweregrade allerdings ebenfalls keine Signifikanz.

Op		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
Cerclage	Anzahl	5	0	0	0	5 (4,8%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
Cerclage ppV Gas	Anzahl	7	0	0	0	7 (6,7%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
Cerclage ppV Silikon	Anzahl	0	0	0	0	0 (0,0%)
	%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Plombe	Anzahl	15	1	0	0	16 (15,4%)
	%	93,8%	6,2%	0,0%	0,0%	
ppV Gas	Anzahl	63	2	4	0	69 (66,3%)
	%	91,3%	2,9%	5,8%	0,0%	
ppV Silikon	Anzahl	6	0	1	0	7 (6,7%)
	%	85,7%	0,0%	14,3%	0,0%	
Gesamt	Anzahl	96	3	5	0	104 (100%)
	%	92,3%	2,9%	4,8%	0,0%	

Tabelle 27: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode im Falle einfacher Amotio

Op		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
Cerclage	Anzahl	25	3	0	0	28 (9,1%)
	%	89,3%	10,7%	0,0%	0,0%	
Cerclage ppV Gas	Anzahl	27	3	3	1	34(11,0%)
	%	79,4%	8,8%	8,8%	2,9%	
Cerclage ppV Silikon	Anzahl	4	0	0	0	4 (1,3%)
	%	100%	0,0%	0,0%	0,0%	
Plombe	Anzahl	28	4	0	0	32 (10,4%)
	%	87,5%	12,5%	0,0%	0,0%	
ppV Gas	Anzahl	167	19	9	3	198 (64,3%)
	%	84,3%	9,6%	4,5%	1,5%	
ppV Silikon	Anzahl	10	2	0	0	12 (3,9%)
	%	83,3%	16,7%	2,1%	0,0%	
Gesamt	Anzahl	261	31	12	4	308 (100%)
	%	84,7%	10,1%	3,9%	1,3%	

Tabelle 28: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode im Falle mittelschwerer Amotio

Op		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
Cerclage	Anzahl	8	2	0	0	10 (4,8%)
	%	80,0%	20,0%	0,0%	0,0%	
Cerclage ppV Gas	Anzahl	36	3	0	1	40 (19,3%)
	%	90,0%	7,5%	0%	2,5%	
Cerclage ppV Silikon	Anzahl	7	0	1	0	8 (3,9%)
	%	87,5%	0,0%	12,5%	0,0%	
Plombe	Anzahl	6	1	1	0	8 (3,9%)
	%	75,0%	12,5%	12,5%	0,0%	
ppV Gas	Anzahl	97	8	5	2	112 (54,1%)
	%	86,3%	7,7%	4,7%	1,3%	
ppV Silikon	Anzahl	29	0	0	0	29 (14,0%)
	%	100%	0%	0%	0 %	
Gesamt	Anzahl	183	14	7	3	207 (100%)
	%	88,4%	6,8%	3,4%	1,4%	

Tabelle 29: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode im Falle schwerer Amotio

#### 4.3.2.10 Linsenstatus bei Erst-Operation

Vergleicht man die Anzahl der zur Wiederanlage erforderlichen Operationen im Hinblick auf den Linsenstatus zum Zeitpunkt der primären Operation, phake gegen pseudophake, zeigt sich nach Tabelle 30 kein Unterschied.

Allerdings muss man hierbei berücksichtigen, dass alle 247 pseudophaken Patienten mit einer ppV versorgt worden waren, um den erschwerenden Bedingungen einer Pseudophakie-Ablatio durch erschwere Einsicht in den Bulbus durch häufig enge Pupille, störende IOL oder Ausbildung eines sog. Nachstars entgegen zu wirken. Unter dieser Vorselektion zeigt sich, dass der primäre Linsenstatus keine Auswirkung auf die Anzahl der notwendigen Operationen zur Wiederanlage hat. Dies bestätigt auch der Mann-Whitney-U-Test ( $p=0,897$ ).

	Phake		Pseudophake		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1. OP	324	87,1%	216	87,4%	540	87,2%
2. OP	29	7,8%	19	7,7%	48	7,8%
3. OP	15	4,0%	9	3,6%	24	3,9%
4. OP	4	1,1%	3	1,2%	7	1,1%
Gesamt	372		247		619	

Tabelle 30: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle nach primärem Linsenstatus

Betrachtet man hingegen die Gruppe der primär phaken Patienten in Tabelle 31 nach dem Kriterium, ob die natürliche Linse bei der primären Operation durch eine Kunstlinse ersetzt wurde oder nicht, erhöht der Ersatz der Linse die primäre Anlagerate und senkt die Anzahl der notwendigen Re-Operationen.

	Linse ersetzt		Linse nicht ersetzt		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1. OP	177	88,9%	147	85%	324	87,1%
2. OP	12	6,0%	17	9,8%	29	7,8%
3. OP	8	4,0%	7	4%	15	4,0%
4. OP	2	1,0%	2	1,2%	4	1,1%
Gesamtsumme	199		173		372	

Tabelle 31: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle mit primärem Linsenstatus phake nach Linsenersatz

Ein Grund kann hierfür sein, dass die Einsicht in den Bulbus bei Ersatz der körpereigenen Linse verbessert sein kann [70]. Statistisch getestet mit dem Mann-Whitney-U-Test ist dies allerdings nicht signifikant ( $p=0,277$ ).

Verkleinert man das Kollektiv der phaken Patienten auf all jene, die Mittels ppV versorgt worden waren, ergeben sich primäre Anlageraten und Anzahl von Reoperationen nach Tabelle 32. Bei den Operationen in Kombination mit einer ppV lässt sich durch den zeitgleichen Linsenersatz eine deutlich höhere primäre Anlagerate erzielen und es sind weniger Re-Operationen von Nöten. Statistisch getestet mit dem Mann-Whitney-U-Test bleibt dies allerdings weiterhin nicht signifikant ( $p=0,065$ ).

	Linse ersetzt		Linse nicht ersetzt		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1. OP	177	88,9%	60	81,1%	237	86,8%
2. OP	12	6,0%	6	8,1%	18	6,6%
3. OP	8	4,0%	6	8,1%	14	5,1%
4. OP	2	1,0%	2	2,7%	4	1,5%
Gesamtsumme	199		74		273	

Tabelle 32: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle mit primärem Linsenstatus phake und Op in Kombination mit einer ppV nach Linsenersatz

#### 4.3.2.11 Zeitpunkt der Erst-Operation

	Unter der Woche ohne Notdienst		Wochenende oder Notdienst		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1. OP	480	88,1%	60	81,1%	540	87,2%
2. OP	40	7,3%	8	10,8%	48	7,8%
3. OP	19	3,5%	5	6,8%	24	3,9%
4. OP	6	1,1%	1	1,4%	7	1,1%
	545		74		619	

Tabelle 33: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in Op-Zeitpunkt wochentags oder notfallmäßig wochentags oder am Wochenende

Ein weiteres Einflusskriterium auf die primäre Wiederanlagequote stellt der Op-Zeitpunkt dar. Tabelle 33 zeigt, dass Operationen wochentags außerhalb der Notdienstzeit

eine primär deutlich höhere Wiederanlagequote ermöglichen, als Operationen im Notdienst wochentags oder am Wochenende. Allerdings hat dies nach dem Mann-Whitney-U-Test keine statistische Signifikanz ( $p=0,088$ ).

#### 4.3.2.12 Anwendung von Kryokoagulation und Laserkoagulation

Tabelle 34 lässt vermuten, dass es ohne Anwendung von Kryokoagulation zu einer höheren primären Anlagerate kommt.

	Mit Kryokoagulation		Ohne Kryokoagulation		Gesamt	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
1. OP	461	86,7%	79	90,8%	540	87,2%
2. OP	42	7,9%	6	6,9%	48	7,8%
3. OP	22	4,1%	2	2,3%	24	3,9%
4. OP	7	1,3%	0	0,0%	7	1,1%
	532	85,9%	87	14,1%	619	

Tabelle 34: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Verwendung von Kryokoagulation

Allerdings hat dies im Mann-Whitney-U-Test keine statistische Signifikanz ( $p=0,258$ ). Es erfolgte ebenfalls eine Betrachtung, ob die Anwendung von Kryokoagulation in den Subgruppen nach Schwergrad der Amotio eventuell einen statistischen Vorteil bringen könnte. Dies ist allerdings nicht so. Auch unter noch weiterer Aufteilung der Anwendung von Kryokoagulation in Subgruppen nach Schweregrad der Amotio und Anzahl der Läsionen, ergibt sich kein signifikanter Unterschied, weshalb auf die Abbildung der komplexen Auswertung verzichtet wird.

Kryokoagulation ist also bei allen Schwierigkeitsgraden sowohl bei singulärer Netzhautläsion als auch bei multiplen Läsionen eine gern verwendete, effektive Methode, scheint aber keinen klaren Vor- oder Nachteil auf den anatomischen Erfolg zu erbringen.

Betrachtet man in Tabelle 35 die Fälle mit Verwendung von Laserkoagulation näher, so zeigt sich, dass sich mit oder ohne Verwendung von Laserkoagulation identische primäre Anlageraten erreichen lassen. Statistisch berechnet mit dem Mann-Whitney-U-Test bestätigt sich ( $p = 0,748$ ), dass die Anwendung von Laserkoagulation keinen statistischen Vorteil in Bezug auf die primäre Anlage der Netzhaut zu bringen scheint.

Zu beachten ist, dass hier nur die 520 der 619 Fälle ausgewertet wurden, bei denen als Op-Methode eine ppV mit einbezogen wurde, da nur hier die Verwendung einer Lasersonde möglich ist. In 81,9% der Fälle mit ppV wurde eine Laserkoagulation angewandt.

		Ops insgesamt bis zur Anlage				
Laser		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
ja	Anzahl	372	30	19	5	426 (81,9%)
	% in Laser	87%	7%	4%	1%	100%
nein	Anzahl	81	7	4	2	94 (18,1%)
	% in Laser	86%	7%	4%	2%	100%
Gesamt	Anzahl	453	37	23	7	520 (100%)
	% in Laser	87%	7%	4%	1%	100%

Tabelle 35: Anlageraten bei Verwendung von Laserkoagulation

Auch hier wurden die Fälle noch unter weiterer Differenzierung nach Schweregrad der Amotio und nach Anzahl der Netzhautläsionen betrachtet.

Es zeigt sich, dass die Laserkoagulation über alle Schweregrade und sowohl bei singulären als auch multiplen Läsionen effektiv zur Wiederanlage der Netzhaut ist. Da die weiteren Aufteilungen keine statistisch relevanten Ergebnisse liefern, wird ebenfalls auf die Darstellung der komplexen Tabellen verzichtet.

Betrachtet man das anatomische Ergebnis unter kombinierter Anwendung von Kryo- und Laserkoagulation, so zeigt sich in Tabelle 36 kein Unterschied in der primären Anlagerate im Vergleich zur alleinigen Anwendung von Kryo- oder Laserkoagulation. Die Kombination der beiden Verfahren scheint also gegenüber der alleinigen Anwendung keinen Vorteil in Bezug auf die primäre Anlagerate zu erbringen.

Laser- und Kryokoagulation	Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
	1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
Anzahl	293	24	17	5	339
Prozent	86,4	7,1	5,0	1,5	100%

Tabelle 36: Primäre Anlagerate und Anzahl der notwendigen Operationen bis zur anhaltenden Anlage der Netzhaut bei kombinierter Anwendung von Kryo- und Laserkoagulation

#### 4.3.2.13 Anwendung von zirkulärer Laserkoagulation

Im Folgenden soll der Effekt der zirkulären Laserkoagulation näher betrachtet werden. Auch hier gilt, dass nur die 520 aus 619 Fälle betrachtet werden können, bei denen eine ppV teil der Op-Methode war. In 51,7% dieser Fälle wurde eine zirkuläre Laserkoagulation durchgeführt. In Tabelle 37 zeigt sich ein leichter Vorteil unter Verwendung von zirkulärer Laserkoagulation. Die statistische Testung mittels Mann-Whitney-U Test widerlegt einen statistisch signifikanten Unterschied ( $p=0,230$ ).

Zirkuläre Laser- Koag.		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
ja	Anzahl	239	16	11	3	269 (51,7%)
	%	88,80%	5,90%	4,10%	1,10%	100,00%
nein	Anzahl	214	21	12	4	251 (48,3%)
	%	85,30%	8,40%	4,80%	1,60%	100,00%
Gesamt	Anzahl	453	37	23	7	520 (100%)
	%	87,10%	7,10%	4,40%	1,30%	100,00%

Tabelle 37: Anlagerate unter Verwendung von zirkulärer Laserkoagulation

Eine weitere Aufteilung nach Schweregrad der Amotio und Anzahl der Läsionen zeigt, dass die Verwendung von zirkulärer Laserkoagulation vor allem in komplexen Fällen einen Vorteil in Bezug auf die primäre Wiederanlagerate zu erbringen scheint, allerdings jeweils nicht signifikant ( $p>0,05$ ), weshalb auf die Darstellung der komplexen Auswertung verzichtet wird.

#### 4.3.2.14 Endotamponade bei Erst-Operation

In Tabelle 38 erkennt man erwartungsgemäß, dass sich unter Silikonöl eine hohe primäre Anlagerate erreichen lässt. Im Hinterkopf muss man hierbei allerdings behalten, dass dies für den Patienten eine Visuseinschränkung und die Notwendigkeit einer zweiten ppV zur Entfernung des Öls mit sich bringt. Statistisch betrachtet ist die Anwendung der Endotamponade in Bezug auf die primäre Anlagerate allerdings nicht signifikant. ( $p=0,432$ ).

Unter den verwendeten Gasen scheint C3F8 12 % die geringste primäre Wiederanlage zu liefern. Luft wurde als Endotamponade selten gewählt, allerdings mit gutem Ergebnis.

Endo-tamponade		Ops insgesamt bis zur Anlage				Gesamt
		1. OP	2. OP	3. OP	4. OP	
BSS	Anzahl	69	10	0	0	79 (12,8%)
	%	87,3%	12,7%	0,0%	0,0%	100,0%
C2F6 16%	Anzahl	119	11	5	4	139 (22,4%)
	%	85,6%	7,9%	3,6%	2,9%	100,0%
C3F8 12%	Anzahl	23	3	2	0	28 (4,5%)
	%	82,1%	10,7%	7,1%	0,0%	100,0%
Luft	Anzahl	12	0	0	0	12 (1,9%)
	%	100%	0%	0%	0%	100%
SF6 20%	Anzahl	261	22	15	3	301 (48,6%)
	%	86,7%	7,3%	5,0%	1,0%	100,0%
Silikon	Anzahl	56	2	2	0	60 (9,7%)
	%	93,3%	3,3%	3,3%	0,0%	100,0%
Gesamt	Anzahl	540	48	24	7	619 (100%)
	%	87,2%	7,8%	3,9%	1,1%	100,0%

Tabelle 38: Anlagerate in Bezug auf die jeweils angewandte Endotamponade

Unter den verwendeten Gasen scheint C3F8 12 % die geringste primäre Wiederanlage zu liefern. Luft wurde als Endotamponade selten gewählt, allerdings mit gutem Ergebnis. Dies wirft die Frage auf, ob Luft als Endotamponade nicht unterschätzt wird.

Bezüglich der verwendeten Gase scheinen SF6 20% und C2F6 16% ähnlichen Erfolg zu bringen, wobei SF6 20% deutlich häufiger zur Anwendung kam und über eine kürzere Tamponadedauer verfügt. Dies legt nahe, dass die Wirkung von C2F6 16% unter der Intention einer längeren Tamponade effektive Ergebnisse liefert. C3F8 12% fand die geringste Anwendung und enttäuscht im Vergleich mit den anderen Tamponaden die Erwartungen, dass es durch seine längere Tamponadedauer bessere primäre Anlageraten bieten müsste.

#### 4.3.2.15 Zusammenfassung der Einflüsse auf die Anzahl der notwendigen Operationen bis zur dauerhaften Netzhautanlage

Zusammenfassend lassen sich folgende Schlussfolgerungen zum Einfluss der betrachteten Faktoren auf den Anlageerfolg bei Operation der rhegmatogenen Ablatio retinae benennen:

- Schweregrad der primären Ablatio retinae:

Der Schweregrad der primären Netzhautablösung lässt keine statisch valide, prognostische Aussage zur Anzahl der insgesamt notwendigen Operationen bis zur Wiederanlage zu. ( $p=0,133$ ). Bei allen Schweregraden lässt sich bereits mit nur einer Operation eine hohe primäre Anlagerate von durchschnittlich 87,2 % erreichen. Die Fälle mit mehreren notwendigen Re-Operationen kommen in ähnlicher Verteilung in allen drei Gruppen von Schweregraden vor. Dies bestätigt indirekt die effektive Wahl der Op-Methode angepasst an die individuell beim jeweiligen Auge vorliegende Konstellation der Ablatio retinae durch die jeweiligen Operateure.

- Alter:

Mit zunehmendem Alter steigt die Wahrscheinlichkeit für eine Re-Ablatio. Diese Aussage ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p=0,085$ ).

- Geschlecht der Patienten:

Das Geschlecht hat keinen Einfluss auf die Anzahl der notwendigen Operationen ( $p=0,573$ ).

- Ursächliche Netzhautläsion:

Rundforamen und Orarisse scheinen weniger Re-Ablations zu bedingen als Hufefisenforamen und Riesenrisse. Ein nicht eindeutig identifizierbares, ursächliches Foramen bedingt die höchste Anzahl an erneuten Netzhautablösungen. Statistisch getestet hat dies keinen statistisch signifikanten Einfluss ( $p=0,172$ ).

- Präoperativer Visus:

Je schlechter der präoperative Visus ist, desto häufiger kommt es statistisch hoch signifikant zur Re-Ablatio und zu vermehrten Folge-Eingriffen bis zur beständigen Anlage der Netzhaut ( $p=0,002$ ).

- Zugang bei pars plana Vitrektomie:

Der Trokar-gestützter 23 Gauge Zugangsweg bedingt weniger Re-Ablationes und senkt die Anzahl der notwendigen Re-Operationen. Dies ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p=0,489$ ).

- Anzahl der Läsionen:

Unabhängig von der Anzahl der abgehobenen Uhrzeiten ist die Wiederanlage bei multiplen Läsionen deutlich erschwert. ( $p=0,025$ ).

- Operateur:

Operateure mit hohem Erfahrungsschatz und häufiger operativer Behandlung der rhegmatogenen Ablatio retinae erzielen eine höhere primäre Anlagerate. ( $p<0,01$ )

Ebenfalls zeigt sich, dass bei primärer Operation durch einen erfahrenen Operateur weniger Re-Operationen erforderlich sind.

- Op-Methode:

Alle betrachteten Op-Methoden liefern ähnlich hohe Anlagequoten, wobei die Methoden in Kombination mit Silikon noch besseren Erfolg bieten. Es zeigt sich aber kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p=0,763$ ).

- Primärer Linsenstatus und zeitgleicher Ersatz der Linse:

Der primäre Linsenstatus scheint keine Auswirkung auf die Anzahl der notwendigen Operationen zur Wiederanlage zu haben. ( $p=0,897$ )

Der primäre und zeitgleiche Ersatz der Linse erhöht die primäre Anlagerate und senkt die Anzahl der notwendigen Re-Operationen. Diese Beobachtung ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p=0,277$ ).

- Operationszeitpunkt:

Operationen wochentags außerhalb der Notdienstzeit ermöglichen eine primär deutlich höhere Wiederanlagequote als Operationen im Notdienst wochentags oder am Wochenende. Dieses Ergebnis ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p=0,088$ ).

- Anwendung von Kryokoagulation und Laserkoagulation:

Die Anwendung von Kryokoagulation ist effektiv, bietet aber statistisch getestet keinen primär höheren Anlageerfolg. ( $p>0,05$ )

Mit oder ohne Verwendung von Laserkoagulation lassen sich identische primäre Anlagerate erreichen. Es resultiert kein signifikanter Unterschied ( $p>0,05$ ).

Die kombinierte Anwendung von Kryo- und Laserkoagulation scheint gegenüber der alleinigen Anwendung keinen Vorteil in Bezug auf die primäre Anlagerate zu erbringen ( $p>0,05$ ).

- Zirkuläre Laserkoagulation:

Die Verwendung von zirkulärer Laserkoagulation scheint vor allem bei multiplen Läsionen mit Ausdehnung über mehr als vier Uhrzeiten einen Vorteil in Bezug auf die primäre Wiederanlagerate zu erbringen. Statistisch ist dies aber nicht signifikant ( $p>0,05$ ).

- Endotamponade:

Unter Silikonöl lässt sich erwartungsgemäß die primär höchste Anlagerate erreichen und wird v. a. bei schweren Netzhautablösungen eingesetzt.

Bezüglich der verwendeten Gase scheinen SF<sub>6</sub> 20% und C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> 16% ähnlichen Erfolg zu bringen, wobei SF<sub>6</sub> 20% bei kürzerer Tamponadedauer deutlich häufiger zur Anwendung kam. Dies legt nahe, dass die Wirkung von C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> 16% bei schwierigen Fällen mit seiner längeren Tamponadedauer effektiv ist. C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> 12% findet die wenigste Anwendung und erfüllt nicht die Erwartungen, dass es durch die längere Tamponadedauer auch bei schwereren Fällen eine ähnlich hohe primäre Anlagerate wie die anderen Gase liefern kann.

Luft wurde als Endotamponade selten gewählt, allerdings mit gutem Ergebnis.

Dies wirft die Frage auf, ob Luft als Endotamponade nicht unterschätzt wird.

Statistisch getestet hat die Auswahl der Endotamponade allerdings keinen signifikanten Einfluss auf die primäre Anlagequote ( $p>0,05$ ).

#### 4.3.3 Visus ein Jahr postoperativ

Durch Einverständnis der Patienten und Anschreiben der weiterbehandelnden Augenärzte konnte von 408 (65,9 %) der 619 eingeschlossenen Patientenfälle der Visus ein Jahr postoperativ ermittelt werden. Das Ergebnis zeigt Tabelle 39.

Visus [DIN]	Visus (log(MAR)]	Häufigkeit	Prozent
1	0	47	7,6
0,8	0,1	39	6,3
0,63	0,2	78	12,6
0,5	0,3	61	9,9
0,4	0,4	34	5,5
0,32	0,5	29	4,7
0,25	0,6	16	2,6
0,2	0,7	26	4,2
0,16	0,8	10	1,6
0,125	0,9	3	0,5
0,1	1	16	2,6
0,08	1,1	7	1,1
0,05	1,3	30	4,8
Fingerzählen	1,9	1	0,2
Handbewegungen	2	9	1,5
Lichtwahrnehmung	2,1	2	0,3
	Visus ermittelt	408	65,9
	Visus fehlend	211	34,1
	Gesamt	619	100

Tabelle 39: Erreichte Visus-Werte ein Jahr postoperativ

Der Mittelwert lag bei log(MAR) 0,47, was einem Visus-Wert von 0,32 bei Anpassung an das DIN-Visussystem am nächsten kommt. Die Standartabweichung beträgt log(MAR) 0,45. Die hohe Standartabweichung erklärt sich gut aus der großen Streubreite der erreichten Visuswerte ohne deutliche Dominanz einzelner Werte, was Abbildung 17 veranschaulicht.

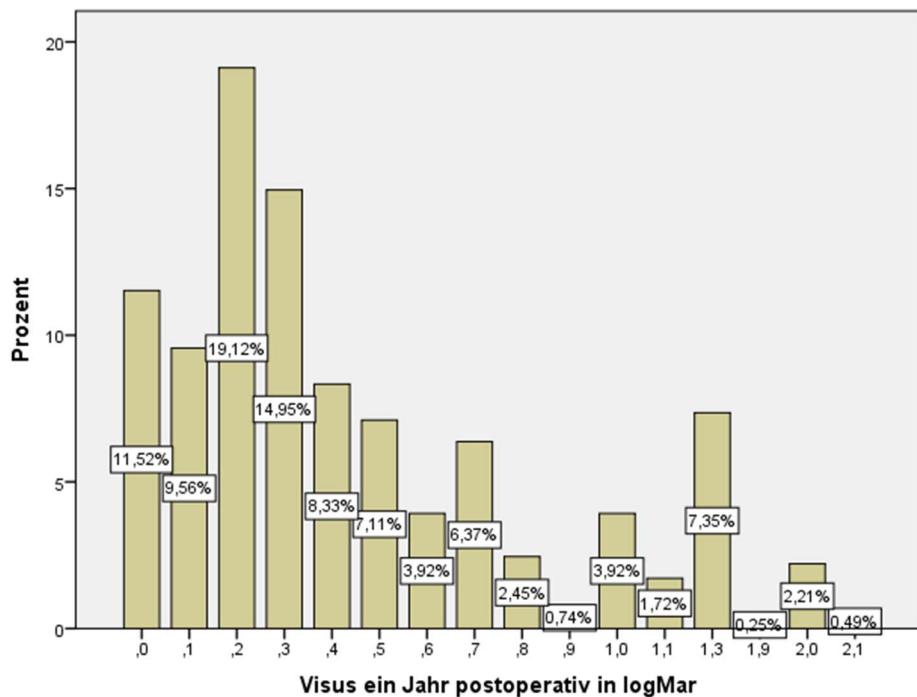


Abbildung 17: Erreichte Visus-Werte ein Jahr postoperativ in Darstellung als Balkendiagramm

Wie bereits gezeigt wurde, lag bei über 70 Prozent der Patienten der Visus präoperativ bei DIN 0,05 oder schlechter bei einem Mittelwert von  $\log(\text{MAR})$  1,52, was im DIN-System Werten zwischen 0,05 und Fingerzählen entspricht.

Verglichen mit dem Mittelwert postoperativ von  $\log(\text{MAR})$  0,47 – vergleichbar mit einem Visus-Wert von DIN 0,32 – zeigt sich im Mittel eine Verbesserung von 10 Stufen im  $\log(\text{MAR})$ -System durch die operativen Maßnahmen.

Die Berechnung mittels Statistikprogramm SPSS bestätigt dies. Nach Umrechnung der Visus-Werte prä- und postoperativ jeweils in das  $\log(\text{MAR})$ -System zur besseren Vergleichbarkeit ergibt sich für die Visusdifferenz ein Mittelwert von  $\log(\text{MAR})$  0,98 mit einer Standardabweichung von  $\log(\text{MAR})$  0,7. Die minimale Visusdifferenz lag bei -1,5 in zwei Patientenfällen, die maximale Visusdifferenz lag bei +2,1 in einem Patientenfall. In 38 Fällen (9 %) konnte durch die operative Versorgung also keine Verbesserung des Visus erreicht werden.

Eine ausführliche Übersicht der resultierenden Visusdifferenzen und deren Häufigkeit in den insgesamt 408 Patientenfällen, von denen Visus prä- und postoperativ erhoben werden konnten, zeigt Abbildung 18.

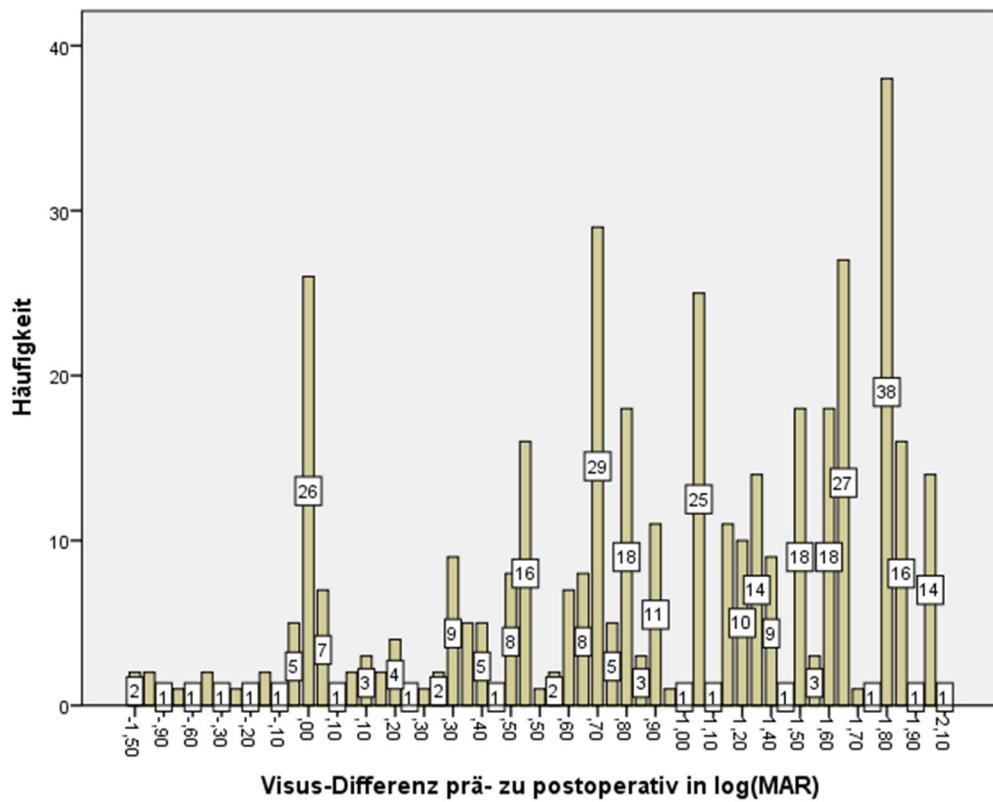


Abbildung 18: Visus-Differenz prä- zu postoperativ in log(MAR)

#### 4.3.4 Einflussfaktoren auf den Visus ein Jahr postoperativ

Im Folgenden soll nun analysiert werden, wie die verschiedenen, in dieser Arbeit betrachteten Einflussfaktoren auf den Visus ein Jahr postoperativ einwirken.

##### 4.3.4.1 Schweregrad der Amotio

Tabelle 40 zeigt die errechneten Mittelwerte und Standardabweichungen des Visus ein Jahr postoperativ je nach Schweregrad der Amotio entsprechend Tabelle 3.

Es zeigt sich erwartungsgemäß, dass für die Gruppe der komplizierten Fälle Mittelwert und Standardabweichung ein schlechteres Ergebnis als für die Gruppen der leichten und mittelschweren Fälle zeigen.

Dieses Ergebnis ist statistisch relevant. Im Vergleich der Gruppen einfache Amotio mit komplizierter Amotio ergibt sich im T-Test für unabhängige Stichproben  $p=0,041$ , im Vergleich der Gruppen mittelschwere Amotio mit komplizierter Amotio  $p=0,001$ .

Der Unterschied der Mittelwerte der Gruppe einfache Amotio und mittelschwere Amotio ist hingegen nicht statistisch signifikant ( $p=0,465$ ).

Gruppe	Einfache Amotio	mittelschwere Amotio	komplizierte Amotio	Ges.
Visus				
Anzahl	64	212	132	408
Mittelwert [log(MAR)]	0,45	0,40	0,59	0,47
Mittelwert [DIN]	0,40	0,40	0,25	0,32
Standartabweichung [log(MAR)]	0,44	0,41	0,50	0,45

Tabelle 40: Mittelwerte und Standartabweichungen in log(MAR)- und DIN-Visussystem unter Aufteilung der Fälle nach Schweregraden

#### 4.3.4.2 Alter

Tabelle 41 zeigt die Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ aufgeteilt nach dem Lebensalter der Patienten, jeweils in Dekaden. Man erkennt einen deutlichen Trend, dass mit zunehmendem Lebensalter ein schlechterer visueller Outcome zu erwarten ist. Statistisch getestet ist diese Aussage auch eindeutig signifikant ( $p<0,05$  in der einfaktoriellen Varianzanalyse für Mittelwerte mehrerer unabhängiger Stichproben).

Gruppe	0 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 40	41 – 50	51 – 60	61 – 70	71 – 80	81 – 90	Ges
Visus postoperativ										
Anzahl	1	2	6	13	41	91	119	105	30	408
Mittelwert [log(MAR)]	1,0	0,85	0,75	0,35	0,45	0,32	0,42	0,57	0,73	0,47
Mittelwert [DIN]	0,1	0,16	0,2	0,4	0,32	0,5	0,4	0,25	0,2	0,32
Standartabweichung [log(MAR)]		0,21	0,70	0,40	0,44	0,36	0,39	0,49	0,57	0,45

Tabelle 41: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Alter der Patienten

#### 4.3.4.3 Geschlecht

Tabelle 42 zeigt die Mittelwerte der Visuswerte ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten. Es zeigt sich kaum ein Unterschied. Dementsprechend hat das Geschlecht auch keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Visuswerte ein Jahr postoperativ ( $p=0,432$  im T-Test für unabhängige Stichproben).

Geschlecht	Männlich	Weiblich	Ges.
Visus postoperativ			
Anzahl	241	167	408
Mittelwert [log(MAR)]	0,45	0,49	0,47
Mittelwert [DIN]	0,32	0,32	0,32
Standartabweichung [log(MAR)]	0,42	0,50	0,45

Tabelle 42: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Geschlecht

#### 4.3.4.4 Ursächliche Netzhautläsion

Interessant ist auch die Frage, ob die ursächliche Netzhautläsion einen Einfluss auf das Visus-Ergebnis ein Jahr postoperativ hat. Tabelle 43 zeigt, dass Hufeisenforamen gegenüber Rundforamen ein besseres Visusergebnis erwarten lassen können. Im Falle von Riesenrissen und ohne eindeutiges Foramen lässt sich wie bei Rundforamen ein schlechteres funktionelles Ergebnis erwarten.

Auch statistisch getestet hat die ursächliche Netzhautläsion signifikanten Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ ( $p=0,002$  in der einfaktoriellen Varianzanalyse für Mittelwerte mehrerer unabhängiger Stichproben).

Ursächliche Netz-hautläsion	Hufeisen-foramen	Rund-foramen	Ora-riss	Kein eind. Foramen	Riesen-riss	Ges.
Visus postoperativ						
Anzahl	325	64	2	12	5	408
Mittelwert [log(MAR)]	0,44	0,56	0,15	0,56	1,2	0,47
Mittelwert [DIN]	0,4	0,25	0,63	0,25	0,06	0,32
Standartabweichung [log(MAR)]	0,44	0,48	0,21	0,42	0,50	0,45

Tabelle 43: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit der ursächlichen Netzhautläsion

#### 4.3.4.5 Präoperativer Visus

Die Fragestellung, ob der präoperative Visus einen Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ hat, beantwortet Tabelle 44. Man erkennt einen Trend, dass ein niedriger

präoperativer Visus einen Prädiktor für ein niedriges postoperatives Visusergebnis darstellt. Statistisch getestet unterscheiden sich die Mittelwerte der einzelnen Gruppen signifikant ( $p=0,005$  in der einfaktoriellen Varianzanalyse für Mittelwerte mehrerer unabhängiger Stichproben).

Visus präop. [log(MAR)]	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,9	2,0	2,1	Ges
Visus postop													
Anzahl	14	16	7	27	10	9	28	12	65	23	189	8	408
Mittelwert [log(MAR)]	0,34	0,44	0,39	0,21	0,15	0,29	0,47	0,80	0,51	0,43	0,51	0,67	0,47
Mittelwert [DIN]	0,5	0,4	0,4	0,63	0,63	0,5	0,32	0,16	0,32	0,4	0,32	0,2	0,32
Standartabweichung [log(MAR)]	0,33	0,68	0,25	0,22	0,17	0,24	0,44	0,69	0,39	0,38	0,47	0,66	0,45

Tabelle 44: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Visus präoperativ

#### 4.3.4.6 Zugang bei pars plana Vitrektomie

Um die Frage zu beantworten, ob der Zugangsweg bei der pars plana Vitrektomie Einfluss auf das funktionelle Ergebnis hat, vergleicht Tabelle 45 die Fälle mit ermitteltem Visuswert ein Jahr postoperativ ab dem Jahr 2010, wenn die Operateure die Auswahl zwischen 20 Gauge und 23 Gauge Zugangsweg hatten.

Zugangsweg	20 Gauge	23 Gauge
Anzahl	152	34
Mittelwert [log(MAR)]	0,489	0,353
Mittelwert [DIN]	0,32	0,4
Standartabweichung [log(MAR)]	0,4741	0,3595

Tabelle 45: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit des Zugangswegs bei ppV

Es zeigt sich, dass sich mittels dem neuen, Trokar gestützten 23 Gauge Zugangsweg bessere Visuswerte erzielen lassen. Allerdings ist das Ergebnis im T-Test für unabhängige Stichproben knapp nicht signifikant ( $p=0,065$ ).

#### 4.3.4.7 Anzahl der Läsionen

Nimmt man in Tabelle 46 die Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anzahl der Läsionen, singulär oder multiple, in Betracht, so zeigt sich bei multiplen Läsionen ein schlechteres Visus-Outcome, mit deutlicher statistischer Signifikanz im T-Test für unabhängige Stichproben ( $p=0,006$ ).

Anzahl der Läsionen	singulär	multiple	Ges.
Anzahl	140	268	408
Mittelwert [log(MAR)]	0,389	0,51	0,47
Mittelwert [DIN]	0,40	0,32	0,32
Standartabweichung [log(MAR)]	0,3922	0,4751	0,45

Tabelle 46: Mittelwerte und Standartabweichungen in log(MAR)- und DIN-Visussystem unter Aufteilung der Fälle nach Anzahl der Läsionen

#### 4.3.4.8 Operateur der primären operativen Versorgung

Tabelle 47 zeigt die Mittelwerte des erreichten Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Operateur der primären Operation. Es zeigt sich, dass es keine große Streuung der Mittelwerte gibt. Ein Trend zu besserem Visus bei vermehrter operativer Tätigkeit ist allerdings erkennbar.

Operateur	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anzahl	131	72	75	41	47	25	10	5	2
Mittelwert [log(MAR)]	0,42	0,45	0,50	0,52	0,43	0,69	0,57	0,38	0,25
Mittelwert [DIN]	0,4	0,4	0,32	0,32	0,4	0,2	0,25	0,4	0,5
Standartabweichung [log(MAR)]	0,43	0,42	0,51	0,46	0,40	0,55	0,44	0,18	0,21

Tabelle 47: Mittelwerte und Standartabweichungen des Visus ein Jahr postoperativ je Operateur

Statistisch ergibt sich mittels einfaktorieller Varianzanalyse kein signifikanter Einfluss ( $p=0,273$ ).

#### 4.3.4.9 Op-Methode des primären operativen Eingriffes

Tabelle 48 veranschaulicht die Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ aufgeteilt nach der angewandten Op-Methode.

Op-Methode	Plombe	Cerclage	Cerclage und ppV mit Gas	Cerclage und ppV mit Silikon	ppV mit Gas	ppV mit Silikon
Anzahl	32	28	56	9	253	30
Mittelwert [log(MAR)]	0,32	0,47	0,58	0,65	0,4	0,9
Mittelwert [DIN]	0,5	0,32	0,25	0,2	0,4	0,125
Standartabweichung [log(MAR)]	0,28	0,42	0,51	0,3	0,42	0,54

Tabelle 48: Mittelwerte und Standartabweichungen des Visus ein Jahr postoperativ je Operationsverfahren

Es zeigt sich ein klarer Einfluss der Op-Methode auf das funktionelle Ergebnis. Auch statistisch getestet ist der Einfluss signifikant ( $p=0,001$  in der einfaktoriellen Varianzanalyse für Mittelwerte mehrerer unabhängiger Stichproben).

Allerdings muss man hier berücksichtigen, dass, wie bereits gezeigt, die Auswahl der Op-Methode einer Vorselektion je nach Schweregrad unterliegt, und der jeweilige Schweregrad bereits einen statistisch signifikanten Einfluss auf das funktionelle Ergebnis hat.

Die besten Mittelwerte im Vergleich mit den anderen Gruppen erzielen die Verfahren Plombe und ppV mit Gas.

Tabelle 5 hatte gezeigt, dass die eindellenden Verfahren Plombe und Cerclage überwiegend bei einfacher und mittelschwerer Amotio zur Anwendung kamen.

Die ppV mit Gas war über alle Schweregrade verteilt mit ähnlicher hoher Häufigkeit am meisten als primäre Op-Methode gewählt worden.

Die Op-Methode Cerclage erbrachte nach Tabelle 34 ähnliche primäre Anlagequoten wie die Methode Plombe. Es überrascht, dass der Mittelwert des Visus ein Jahr postoperativ deutlich schlechter auffällt. Die Op-Methode Cerclage ohne Verbindung mit ppV scheint also ähnlich wie die Methode Plombe ein gutes Verfahren zur Wiederanlage der Netzhaut bei einfachen und mittelschwären Fällen zu sein, im Gegensatz zur Methode Plombe allerdings ein schlechteres Visus-Outcome zu bieten.

Die Kombinationsverfahren aus Cerclage und ppV erbringen schlechtere Mittelwerte als die singulären Verfahren. Dies war zu erwarten, denn bereits in Tabelle 11 war gezeigt worden, dass diese Verfahren hauptsächlich bei komplizierter Amotio mit erschweren Bedingungen zur Wiederanlage der Netzhaut angewandt worden waren. Die erreichten Visus-Werte sind im Vergleich mit den singulären Verfahren im T-Test für unabhängige Stichproben auch statistisch relevant schlechter ( $p<0,05$ ).

Selbiges gilt für das Verfahren ppV mit Silikon, welches den deutlich schlechtesten Mittelwert erbringt. Dies überrascht auch nicht, da Silikonöl nur vorsichtig als Ultima ratio bei schweren Fällen mit den bereits erwähnten Auswirkungen der Füllung des Auges mit Silikon angewandt wird: die schlecht lichtdurchlässige Endotamponade verbleibt über mehrere Monate in der Hinterkammer des Auges, zur Entfernung ist eine erneute Operation notwendig.

#### 4.3.4.10 Primärer Linsenstatus

Betrachtet man in Tabelle 49 die erreichten Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ nach Aufteilung der Fälle in den primären Linsenstatus pseudophake, phake ohne Ersatz und phake mit Ersatz der körpereigenen Linse, zeigt sich in der Gruppe der pseudophaken Patienten ein etwas schlechterer Mittelwert als in den Gruppen der phaken Patienten. Dieser geringgradige Unterschied ist im T-Test für unabhängige Stichproben nicht statistisch signifikant ( $p=0,239$ ). Auch in der Gruppe der primär phaken Patienten zeigt sich kein statistisch relevanter Unterschied im erreichten Visus durch Ersatz oder Belassen der körpereigenen Linse ( $p=0,361$ ).

Primärer Linsenstatus	pseudophake	phake Linse nicht ersetzt	phake Linse ersetzt
Anzahl	170	109	129
Mittelwert (log (Mar))	0,501	0,453	0,44
Mittelwert (DIN)	0,32	0,4	0,4
Standardabweichung (log (Mar))	0,4896	0,4226	0,4231

Tabelle 49: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Linsenstatus

Alle pseudophaken Patienten wurden mittels ppV versorgt, ebenso alle phaken Patienten, bei denen ein zeitgleicher Ersatz der Linse stattfand. Vergleicht man die Gruppen der phaken Patienten, die mit Buckelchirurgie behandelt worden, bei denen bei

ppV die Linse nicht zeitgleich ersetzt worden war und bei denen im Zuge der ppV zeitgleich ein Ersatz der Linse durchgeführt worden war, so zeigt Tabelle 50, dass der Mittelwert des erreichten Visus nach primärer Entscheidung zur Buckelchirurgie besser ist als der Mittelwert der Gesamtgruppe von  $\log(\text{Mar})$  0,47. Die Entscheidung, bei einer ppV die Linse nicht zu ersetzen, scheint sich allerdings negativ auf den postoperativen Visus auszuwirken. Dies ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p=0,817$ ).

Primärer Linsenstatus	phake Buckelchirurgie Linse nicht ersetzt	phake ppV Linse nicht ersetzt	phake ppV Linse ersetzt
Anzahl	60	49	129
Mittelwert ( $\log (\text{Mar})$ )	0,393	0,527	0,44
Mittelwert (DIN)	0,4	0,32	0,4
Standardabweichung ( $\log (\text{Mar})$ )	0,3601	0,4821	0,4231

Tabelle 50: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ bei phaken Patienten in Abhängigkeit des Linsenersatzes

Auch nach Unterteilung in Schweregrade der Ablatio retinae zeigt sich in Tabelle 51 weiterhin, dass sich in der Gruppe der pseudophaken Patienten geringgradig schlechtere Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ ergeben.

Schweregrad	einfach			mittelschwer			schwer		
Lisenstatus	pseudo-phake	phake Linse nicht ers.	phake Linse ers.	pseudo-phake	phake Linse nicht ers.	phake Linse ers.	pseudo-phake	phake Linse nicht ers.	phake Linse ers.
Visus									
Anzahl	23	44	20	86	144	68	61	91	41
Mittelwert ( $\log (\text{Mar})$ )	0,500	0,436	0,465	0,429	0,405	0,391	0,602	0,626	0,507
Mittelwert (DIN)	0,32	0,4	0,32	0,4	0,4	0,4	0,25	0,25	0,32
Standardabw. ( $\log (\text{Mar})$ )	0,514	0,433	0,470	0,442	0,412	0,400	0,532	0,527	0,442

Tabelle 51: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Lisenstatus unterteilt nach Schweregraden der Ablatio retinae

Bei schwerer Ablatio retinae zeigt der zeitgleiche Ersatz der Linse einen deutlichen Vorteil. Allerdings ist dieser im T-Test für unabhängige Stichproben nicht statistisch signifikant ( $p=0,182$ ).

#### 4.3.4.11 Op-Zeitpunkt

Die Mittelwerte des erreichten Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von primärem Op-Zeitpunkt wochentags zu regulären Arbeitszeiten oder am Wochenende bzw. im Notdienst nach regulärer Arbeitszeit in der Gesamtgruppe und in den Untergruppen nach Schweregrad zeigt Tabelle 52. Betrachtet man primär die Gesamtgruppe, scheint der Op-Zeitpunkt in Bezug auf den Visus ein Jahr postoperativ keinen Einfluss zu haben. Der T-Test bestätigt dies auch statistisch. ( $p=0,858$ )

Es fällt allerdings auf, dass sich im Falle einer schweren Ablatio retinae bei Versorgung noch im Notdienst deutlich bessere Visuswerte ein Jahr postoperativ ergeben. Dies ist auch statistisch signifikant ( $p = 0,017$ ).

Bei einfacher Amotio zeigt sich ein besseres Visus-Outcome im Falle einer Versorgung zu den regelmäßigen Op-Zeiten. Dies ist allerdings statistisch nicht signifikant ( $p = 0,238$ ).

Im Falle mittelschwerer Amotio scheint der Zeitpunkt der Versorgung keine Rolle zu spielen.

Schweregrad	einfach		mittelschwer		schwer		gesamt	
Notdienst	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Visus								
Anzahl	17	47	26	186	6	126	49	359
Mittelwert (log (Mar))	0,582	0,396	0,412	0,399	0,300	0,603	0,457	0,47
Mittelwert (DIN)	0,25	0,4	0,4	0,4	0,5	0,25	0,32	0,32
Standardabw. (log (Mar))	0,596	0,355	0,435	0,404	0,219	0,510	0,4813	0,4481

Tabelle 52: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der primären operativen Versorgung

#### 4.3.4.12 Kryokoagulation und Laserkoagulation

Im Folgenden soll dem Einfluss der Anwendung von Laser- und Kryokoagulation auf den Visus ein Jahr postoperativ Augenmerk geschenkt werden.

Tabelle 53 vergleicht die Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ der Gesamtgruppe und der einzelnen Gruppen nach Schweregrad, bei denen Kryokoagulation Anwendung fand.

Mittelwerte und Standartabweichungen sind fast identisch, so dass die Anwendung von Kryokoagulation keinen Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ zu haben scheint. Auch statistisch getestet mit dem T-Test bei unabhängigen Stichproben bestätigt sich, dass kaum ein Unterschied resultiert (jeweils  $p>0,05$ ).

Schweregrad	einfach		mittelschwer		schwer		gesamt	
Kryokoagulation	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Visus								
Anzahl	55	9	185	27	113	19	353	55
Mittelwert (log (Mar))	0,447	0,433	0,402	0,389	0,588	0,595	0,47	0,47
Mittelwert (DIN)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,25	0,25	0,32	0,32
Standardabw. (log (Mar))	0,434	0,466	0,413	0,369	0,495	0,571	0,4503	0,4643

Tabelle 53: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von Kryokoagulation

Die Anwendung von Laserkoagulation scheint über alle Schweregrade einen positiven Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ auszuüben, wie Tabelle 54 darstellt. Allerdings ist der Unterschied nicht statistisch signifikant (T-Test für unabhängige Stichproben, jeweils  $p>0,05$ ).

Schweregrad		einfach		mittelschwer		schwer		gesamt	
Laserkoagulation		ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Visus									
Anzahl		44	20	143	69	95	37	282	126
Mittelwert (log (Mar))		0,473	0,385	0,429	0,341	0,571	0,638	0,484	0,435
Mittelwert (DIN)		0,32	0,4	0,4	0,5	0,25	0,25	0,32	0,4
Standardabw. (log (Mar))		0,428	0,454	0,427	0,354	0,522	0,455	0,4648	0,4205

Tabelle 54: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von Laserkoagulation

Mit der Frage, ob die gleichzeitige Anwendung von Laser- und Kryokoagulation gegenüber der Einzelanwendung einen Vorteil im Hinblick auf den Visus ein Jahr postoperativ erbringt, beschäftigt sich Tabelle 55. Diese vergleicht hierzu die Mittelwerte bei gemeinsamer Anwendung von Laser- und Kryokoagulation gegen die Mittelwerte von alleiniger Anwendung von Laser- oder Kryokoagulation in der Gesamtgruppe sowie in den drei Untergruppen aufgeteilt nach den entsprechenden Schweregraden. Es zeigt sich nur ein marginaler absoluter Unterschied und in Folge dessen auch kein statistisch signifikanter Unterschied.

Die gleichzeitige Anwendung von Laser- und Kryokoagulation bringt also keinen wesentlichen Benefit für den Visus ein Jahr postoperativ.

Schweregrad	einfach			mittelschwer			schwer			gesamt		
Anwendung von	Laser und Kryo	Laser	Kryo	Laser und Kryo	Laser	Kryo	Laser und Kryo	Laser	Kryo	Laser und Kryo	Laser	Kryo
Visus												
Anzahl	35	44	55	116	143	185	76	95	113	227	282	353
Mittelwert (log (Mar))	0,483	0,473	0,447	0,439	0,429	0,402	0,564	0,571	0,588	0,488	0,484	0,47
Mittelwert (DIN)	0,32	0,32	0,4	0,4	0,4	0,4	0,25	0,25	0,25	0,32	0,32	0,32
Standardabw. (log (Mar))	0,424	0,428	0,434	0,441	0,427	0,413	0,514	0,522	0,495	0,466	0,465	0,45

Tabelle 55: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von gemeinsamer Anwendung von Kryo- und Laserkoagulation

#### 4.3.4.13 Zirkuläre Laserkoagulation

Bei der Frage, ob die Anwendung von zirkulärer Laserkoagulation einen positiven Einfluss auf den erreichten Visus ein Jahr postoperativ hat, zeigt Tabelle 56 kaum einen Unterschied in der Gesamtgruppe. Daher überrascht es nicht, dass hier statistisch getestet kein signifikanter Unterschied feststellen lässt (T-Test für unabhängige Stichproben,  $p=0,346$ ).

Schweregrad	einfach		mittelschwer		schwer		gesamt	
Zirkuläre Laser-koagulation	ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein
Visus								
Anzahl	28	36	91	121	60	72	179	229
Mittelwert (log (Mar))	0,454	0,439	0,404	0,398	0,502	0,663	0,445	0,487
Mittelwert (DIN)	0,32	0,4	0,4	0,4	0,32	0,25	0,4	0,32
Standardabw. (log (Mar))	0,464	0,418	0,435	0,385	0,491	0,507	0,4585	0,4463

Tabelle 56: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von Zirkulärer Laserkoagulation

In den Gruppen aufgeteilt nach den verschiedenen Schweregraden zeigt sich allerdings im Falle von schwerer Netzhautablösung ein deutlicher Unterschied. Hier scheint die Anwendung von zirkulärer Laserkoagulation einen positiven Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ zu erbringen. Statistisch gesehen verfehlt diese Beobachtung aber knapp das Signifikanzniveau ( $p = 0,067$  im T-Test für unabhängige Stichproben).

#### 4.3.4.14 Endotamponade

Tabelle 57 zeigt die erreichten Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit der angewandten Endotamponade. Unter BSS und unter Verwendung eines Gases als Endotamponade liegen die erreichten Mittelwerte nahe beieinander. So überrascht nicht, dass sich die Mittelwerte von BSS und den gasförmigen Endotamponaden statistisch nicht signifikant gegeneinander unterscheiden ( $p > 0,05$  in der einfaktoriellen Varianzanalyse).

Ein deutlich schlechteres Visus-Outcome entsteht allerdings erwartungsgemäß bei Verwendung von Silikon-Öl, statistisch hoch signifikant gegen alle anderen Gruppen ( $p<0,01$  im T-Test für unabhängige Stichproben).

	BSS 16%	C2F6 12%	C3F8 12%	Luft	SF6 20%	Sili-kon-Öl
Anzahl	48	95	8	8	199	39
Mittelwert (log (Mar))	0,396	0,443	0,388	0,388	0,428	0,841
Mittelwert (DIN)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,16
Standardabweichung (log (Mar))	0,3815	0,4247	0,3227	0,3227	0,4439	0,5046

Tabelle 57: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit der angewandten Endotamponade

#### 4.3.4.15 Zusammenfassung der Einflüsse auf den erreichten Visus ein Jahr postoperativ

Zusammenfassend lassen sich folgende Schlussfolgerungen zum Einfluss der betrachteten Faktoren auf den erreichten Visus ein Jahr postoperativ bei Operation der rhegmatogenen Ablatio retinae benennen:

- Schweregrad der primären Ablatio retinae

Der Schweregrad der primären Netzhautablösung hat wesentlichen Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ: im Falle komplizierter Amotio resultieren signifikant schlechtere Visuswerte ein Jahr postoperativ ( $p<0,05$ ).

- Alter

Mit zunehmendem Lebensalter ist ein signifikant schlechterer visueller Outcome zu erwarten ( $p<0,05$ ).

- Geschlecht

Das Geschlecht der Patienten hat keinen Einfluss auf das funktionelle anatomische Ergebnis ( $p>0,05$ ).

- Ursächliche Netzhautläsion

Das ursächliche Netzhautforamen hat statistisch signifikanten Einfluss ( $p<0,05$ ). Bei den drei größeren Untergruppen lassen Hufeisenforamen gegenüber Rundforamen oder Fällen, in denen kein eindeutiges Foramen identifizierbar ist, ein besseres Visusergebnis erwarten.

- Präoperativer Visus

Ein niedriger präoperativer Visus ist ein statistisch signifikanter Prädiktor für ein niedriges postoperatives Visusergebnis ( $p=<0,05$ ).

- Zugang bei pars plana Vitrektomie

Mittels Trokar gestütztem 23 Gauge Zugangsweg lassen sich bessere Visuswerte als bei 20 Gauge Zugang erzielen, allerdings nicht statistisch signifikant ( $p>0,05$ ).

- Anzahl der Läsionen:

Die Anzahl der Netzhautläsionen, singulär oder multiple, hat deutlichen Einfluss auf den erreichten Visus ein Jahr postoperativ. Bei singulären Läsionen lassen sich statistisch eindeutig signifikant bessere Visus-Ergebnisse erzielen ( $p>0,05$ ).

- Operateur:

Ein Trend zu besserem Visus bei vermehrter operativer Tätigkeit ist erkennbar. Eine eindeutige Aussage ist allerdings schwierig, da die jeweiligen Operateure auch deutlich unterschiedliche Schweregrade der Amotio behandelt hatten. Statistisch getestet hat der Faktor Operateur keinen signifikanten Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ ( $p>0,05$ ).

- Op-Methode:

Die gewählte Op-Methode hat einen deutlichen Einfluss auf das Visus-Outcome ein Jahr postoperativ. Die Methoden Plombe und ppV mit Gas erzielen deutlich bessere Werte verglichen mit den anderen Gruppen ( $p<0,05$ ).

Bei den eindellenden Verfahren scheint die Methode Plombe der Methode Cerclage überlegen zu sein, allerdings ohne statistische Signifikanz ( $p>0,05$ ).

Die Kombinationsverfahren aus Cerclage und ppV mit Anwendung von Gas oder Silikon ergeben signifikant deutlich schlechtere Visuswerte ( $p<0,05$ ).

- Primärer Linsenstatus und zeitgleicher Ersatz der Linse:

Im Falle einer Pseudophakie-Ablatio resultiert im Vergleich zu phaken Patienten ein etwas schlechterer Mittelwert. Dieser geringgradige Unterschied ist allerdings nicht statistisch signifikant ( $p>0,05$ ).

In der Gruppe der primär phaken Patienten zeigt sich kein statistisch relevanter Unterschied im erreichten Visus durch Ersatz oder Belassen der körpereigenen Linse ( $p>0,05$ ).

Bei ppV ohne zeitgleichen Ersatz resultieren schlechtere Visuswerte als bei ppV mit zeitgleichem Ersatz der körpereigenen Linse. Besonders deutlich zeigt sich dies in der Untergruppe der schweren Netzhautablösungen, allerdings nicht statistisch signifikant ( $p>0,05$ ).

- Operationszeitpunkt:

Der Operationszeitpunkt in der Regelarbeitszeit oder wochentags im Notdienst bzw. am Wochenende hat nur im Falle schwerer Ablatio retinae signifikanten Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ. Hier zeigen sich bei Versorgung noch im Notdienst bessere Ergebnisse ( $p<0,05$ ). Im Falle einfacher Ablatio retinae zeigen sich bessere Visusergebnisse bei Versorgung in der Regelarbeitszeit, allerdings nicht statistisch signifikant ( $p>0,05$ ).

- Anwendung von Kryokoagulation und Laserkoagulation:

Einzelanwendung oder gemeinsame Anwendung von Kryo- und Laserkoagulation haben keinen Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ ( $p>0,05$ ).

- Zirkuläre Laserkoagulation:

Die Verwendung von zirkulärer Laserkoagulation bringt nur im Falle schwerer Ablatio retinae einen Vorteil für den Visus ein Jahr postoperativ. Dieser ist aber nicht statistisch signifikant ( $p>0,05$ ).

- Endotamponade:

Betrachtet man den Einfluss der gewählten Endotamponade auf den Visus ein Jahr postoperativ näher, so zeigt sich unter Verwendung von BSS und unter Verwendung von gasförmigen Endotamponaden kaum ein Unterschied bezüglich des funktionellen

Outcomes ( $p>0,05$ ). Unter Verwendung von Silikon-Öl resultieren erwartungsgemäß deutliche Visus-Beeinträchtigungen ( $p<0,05$ ).

#### 4.3.5 Zusammenfassung der Einflussfaktoren auf den Operationserfolg

Im Folgenden soll nun ein zusammenfassender Überblick über die Einflussfaktoren auf den anatomischen und funktionellen Operationserfolg bei Therapie der rhegmatogenen Ablatio retinae erfolgen.

Tabelle 58 stellt hierfür die betrachteten Einflussfaktoren und ihre Auswirkung auf den Anlageerfolg der Netzhaut und den Visus ein Jahr postoperativ dar.

Einflussfaktor	Einfluss auf die Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen	Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ
Schweregrad der primären Ablatio retinae	kein signifikanter Einfluss ( $p>0,05$ ), über alle Schweregrade primäre Anlagerate von 87,2%	bei komplizierter Amotio signifikant schlechtere Visuswerte ( $p<0,05$ )
Alter	Mit zunehmendem Alter steigt die Wahrscheinlichkeit für eine Reablatio ( $p>0,05$ )	Mit zunehmendem Alter schlechterer visueller Outcome ( $p<0,05$ )
Geschlecht der Patienten	Kein Einfluss	Kein Einfluss
Ursächliche Netzhautläsion	Kein signifikanter Einfluss, bei nicht eindeutig identifizierbarem Foramen höchste Rate an Re-Ablationes ( $p>0,05$ )	Signifikanter Einfluss, bei Hufeisenforamen im Vergleich zu den anderen Läsionen besserer Outcome ( $p<0,05$ )
Präoperativer Visus	Je schlechter der präoperative Visus, desto statistisch signifikant häufiger Re-Ablationes ( $p<0,05$ )	Je schlechter der präoperative Visus, desto statistisch signifikant schlechtes Visus-Outcome ( $p<0,05$ )

Zugang bei pars plana Vitrektomie	Bei 23 Gauge Zugang weniger Re-Ablationes ( $p>0,05$ )	Bei 23 Gauge Zugang besseres Visus-Ergebnis, ( $p>0,05$ )
Operateur	hoher Erfahrungsschatz und häufige operative Tätigkeit erzielen eine höhere primäre Anlagerate; bei primärer Operation durch einen erfahrenen Operateur weniger Re-Operationen erforderlich ( $p<0,05$ )	Trend zu besserem Visus bei vermehrter operativer Tätigkeit erkennbar ( $p>0,05$ )
Primärer Linsenstatus	kein Einfluss ( $p>0,05$ )	kein Einfluss ( $p>0,05$ )
Zeitgleicher Ersatz der körpereigenen Linse bei primär phaken Patienten	höhere primäre Anlagerate; weniger Re-Operationen ( $p>0,05$ )	kein Einfluss in der Gesamtgruppe der primär phaken Patienten, im Falle einer ppV allerdings bessere Visuswerte durch Ersatz der Linse ( $p>0,05$ )
Op-Methode	in Kombination mit Silikon deutlich höhere Anlagewahrscheinlichkeit, ansonsten ähnlich ( $p>0,05$ )	die Verfahren Plombe und ppV mit Gas liefern im Vergleich deutlich bessere Visuswerte ( $p<0,05$ ); durch Kombinationsverfahren und Anwendung von Silikon-Öl schlechtere Visus-Ergebnisse ( $p<0,05$ )
Anzahl der Läsionen	bei multiplen Läsionen deutlich erschwerte Wiederanlage ( $p<0,05$ )	bei multiplen Läsionen schlechtere Visuswerte als bei singulären ( $p<0,05$ )
Operationszeitpunkt	Im Regeldienst deutlich höhere Wiederanlagequote als im Notdienst ( $p>0,05$ )	im Falle schwerer Ablatio retinae signifikant bessere Visusergebnisse bei Versorgung noch im Notdienst ( $p<0,05$ )

Anwendung von Kryokoagulation und Laserkoagulation	kein Einfluss erkennbar, ob Einzelanwendung oder kombinierte Anwendung vorteilhaft ( $p>0,05$ )	kein Einfluss erkennbar, ob Einzelanwendung oder kombinierte Anwendung vorteilhaft ( $p>0,05$ )
Zirkuläre Laserkoagulation	vor allem bei multiplen Läsionen mit Ausdehnung über mehr als vier Uhrzeiten vorteilhaft, ansonsten keinen Einfluss ( $p>0,05$ )	nur im Falle schwerer Ablatio retinae positiver Einfluss auf den Visus ein Jahr postoperativ ( $p>0,05$ )
Endotamponade	Unter Silikonöl primär höchste Anlagerate; SF6 20% und C2F6 16% bringen ähnlichen Erfolg, schlechteste Ergebnisse unter C3F8 12%; Luft mit guten Ergebnissen, aber selten gewählt (jeweils $p>0,05$ )	mit BSS und unter Verwendung von Gasen kein Unterschied ( $p>0,05$ ), bei Silikon-Öl deutliche Visusbeeinträchtigung ( $p<0,05$ )

Tabelle 58: Zusammenfassung der Einflussfaktoren auf den Operationserfolg bei Therapie der rhegmatogenen Ablatio retinae

#### 4.3.6 Zusammenfassung der statistisch signifikanten Unterschiede

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer retrospektiven, klinischen Studie über einen langen Zeitraum von fünfeinhalb Jahren und über eine große Kohorte von 619 Patienten Aussagen über die Effektivität verschiedener Einflussfaktoren der operativen Versorgung der Ablatio retinae mit zeitgleicher Abhebung der Macula zu gewinnen.

Statistisch signifikante Unterschiede bezüglich der primären Anlagerate ergeben sich bei den folgenden Fragestellungen ( $p<0,05$ ):

- Je schlechter der präoperative Visus ist, desto häufiger treten Re-Ablations auf.
- Hoher Erfahrungsschatz und häufige operative Tätigkeit des Operateurs lassen eine höhere primäre Anlagerate erwarten, womit bei primärer Operation durch einen erfahrenen Operateur weniger Re-Operationen erforderlich sind.
- Bei multiplen Läsionen kommt es im Vergleich zu singulären Läsionen deutlich vermehrt zur erneuten Ablösung der Netzhaut.

In Bezug auf den Visus ein Jahr postoperativ sind folgende Aussagen statistisch signifikant ( $p<0,05$ ):

- Bei komplizierter Amotio resultieren schlechtere Visuswerte ein Jahr postoperativ als bei einfacher oder mittelschwerer Amotio.
- Mit zunehmendem Alter kommt es zu schlechterem visuellen Outcome.
- Hufeisenforamen lassen im Vergleich zu den anderen Läsionen bessere Visusergebnisse erwarten.
- Niedriger präoperativer Visus ist ein Prädiktor für niedrige postoperative Visusergebnisse.
- Die Verfahren Plombe und ppV mit Gas liefern im Vergleich zu den anderen Verfahren bessere Visuswerte. Entscheidet sich der Operateur zu einem Kombinationsverfahren aus Buckelchirurgie und ppV oder zur Anwendung von Silikon-Öl, sind vergleichsweise schlechtere Visus-Ergebnisse zu erwarten.
- Bei Fällen mit multiplen Läsionen der Netzhaut ergeben sich schlechtere Visuswerte als bei singulären Läsionen.
- Im Falle schwerer Ablatio retinae lassen sich bessere Visusergebnisse erwarten, wenn eine zeitnahe Versorgung ggf. noch im Notdienst erfolgt.

## **5.0 Diskussion**

Im Folgenden soll ein Vergleich der Ergebnisse dieser Arbeit mit Ergebnissen anderer Arbeiten der internationalen Fachliteratur erfolgen.

### **5.1 Epidemiologische Daten**

Den Angaben großer Kohortenstudien zufolge treten rhegmatogene Netzhautablösungen am häufigsten zwischen 55 und 70 Jahren auf. Dies entspricht dem Ergebnis dieser Untersuchung mit einem mittleren Erkrankungsalter von 63,5 Jahren [2] [9] [10] [11] [12]. Während mehrere Studien ein häufigeres Auftreten am rechten Auge beobachten, zeigt sich in dieser Arbeit eine ausgeglichene Aufteilung zwischen rechtem und linkem Auge. [17] [71] Die Angabe der Fachliteratur, dass Männer häufiger als Frauen betroffen sind, bestätigt sich mit 58,3% Männern und 41,7% Frauen auch in dieser Arbeit. [13] [14] [72]

### **5.2 Basisdaten**

In Bezug auf den Makula-Status fand sich in dieser Arbeit ein in etwa ausgeglichenes Verhältnis zwischen dem Vorliegen einer abgehobenen Makula (48%) und einer anliegenden Makula (52%). Dies entspricht den Beobachtungen in der Fachliteratur. [12] [29] [73]

Der Mittelwert des Visus präoperativ lag bei den Patienten dieser Arbeit mit abgehobener Makula bei  $1,52 \text{ log(MAR)} \pm 0,55 \text{ log(MAR)}$ . Dies entspricht den niedrigen Visuswerten anderer Untersuchungen, die Mittelwerte zwischen  $1,3 \text{ log(MAR)}$  und  $2,4 \text{ log(MAR)}$  ermitteln konnten. Die Mittelwerte des präoperativen Visus im Falle anliegender Makula liegen in der Literatur deutlich besser zwischen  $0,3 \text{ log(MAR)}$  und  $0,6 \text{ log(MAR)}$ , was bestätigt, dass eine Abhebung der Makula als Stelle des schärfesten Sehens in der Regel mit einer deutlichen Visusverschlechterung vergesellschaftet ist. [74] [75] [76]

Auch das Verhältnis, mit dem in dieser Studie das Auftreten einer Netzhautablösung von phaken (60,1 %) im Vergleich zu pseudophaken Patienten (39,9 %) beobachtet werden konnte, entspricht dem anderer Kohortenstudien. [61] [29] [76]

In Bezug auf die Ausdehnung der Netzhautablösung zeigte diese Untersuchung im Mittel eine Ausdehnung über 7,1 Uhrzeiten, was etwa 2,25 Quadranten entspricht. Dies entspricht den Beobachtungen vieler anderer Arbeiten. [61] [74] [77]

Wie in dieser Arbeit mit 77,5% ist auch in anderen Arbeiten das Hufeisenforamen mit deutlichem Abstand als führende, ursächliche Netzhautläsion auszumachen. [78] [79] Während in der vorliegenden Arbeit überwiegend zwei oder mehr Netzhautläsionen (65,9%) im Vergleich mit Einzelläsionen (34,1%) ausgemacht werden konnten, ist dieses Verhältnis bei anderen Veröffentlichungen teilweise mit jeweils um 50% ausgeglichen [77], teilweise ebenfalls auf Seite der multiplen Läsionen erhöht. [13] [61]

### 5.3 Operative Versorgung

In dieser Studie wurden insgesamt 619 Operationen der rhegmatogenen Netzhautablösung mit abgehobener Makula im Zeitraum 02.01.2007 bis 30.06.2012 betrachtet. Davon wurden 16 % als alleinige Buckelchirurgie, 69 % als alleinige ppV und 15 % als Kombination der beiden Verfahren durchgeführt. Die Buckelchirurgie fand vor allem bei einfacher und mittelschwerer Amotio mit phakem Linsenstatus Anwendung. Dies entspricht den Beobachtungen der internationalen Literatur, dass die Buckelchirurgie bei einfachen und mittelschweren Fällen phaker Patienten eine sichere Methode mit guten Ergebnissen ist, mit der sich häufige Komplikationen einer ppV wie neue iatrogene Netzhautläsionen und postoperative Kataraktentwicklung aussparen lassen. [61] [78] [80]

Die ppV fand über alle Schwerklassen hinweg und sowohl bei phakem als auch pseudophakem Linsenstatus breite Anwendung. Mehrere Arbeiten konnten zeigen, dass die ppV eine effektive Methode über alle Schwereklassen hinweg ist. [24] Dies könnte begründen, warum sich auch im Laufe des Studienzeitraums dieser Arbeit ein deutlicher Trend hin zur ppV und ein Rückgang der Buckelchirurgie und der Kombinationsverfahren aus ppV und Buckelchirurgie zeigte. In Bezug auf die Kombination der beiden Verfahren zeigten mehrere Studien, dass der Zusatz einer Plombe oder einer Cerclage statistisch keinen signifikanten Vorteil im Hinblick auf die Langzeitergebnisse erbringt und häufiger als eine alleinige ppV zur Ausbildung einer PVR führt. [81] [82] [83]

Auch die Analyse der von den einzelnen Operateuren dieser Arbeit durchgeführten Operationen entspricht den allgemeinen Beobachtungen, dass die Buckelchirurgie vor

allem bei einfachen Netzhautablösungen Verwendung findet, und die ppV über alle Schweregrade hinweg gehäuft zur Anwendung kommt. [25] [56]

In Bezug auf den präoperativen Linsenstatus wurden in dieser Arbeit 372 Fälle mit phaken Augen betrachtet. Davon wurden 199 (53,5 %) Patienten mit einer ppV und einem zeitgleichen Ersatz der Linse behandelt. Im Laufe der Beobachtungszeit viel ein Trend zu häufigerem Ersatz der Linse auf, genauso wie bei niedrigem präoperativem Visus. Dies entspricht Empfehlungen, die bei der ppV aufgrund des Risikos einer postoperativen Kataraktentwicklung zum zeitgleichen Austausch der Linse raten, und den Empfehlungen, dass bei mittelschweren und schweren Ablationes der Ersatz der Linse durch besseren Einblick in den Bulbus eine erfolgreichere operative Versorgung zulässt. [25] [84]

Bei 44,2 % der Patienten handelte es sich um Pseudophakie-Ablationes, die alle mittels einer ppV-Operation versorgt wurden. Der Anteil dieser Patienten liegt damit über dem in der Literatur häufig angegebenem Anteil von etwa 33%. Dies dürfte u.a. der hohen Anzahl an in Deutschland durchgeführten Katarakt-Operationen, die als gesicherter Risikofaktor für eine Netzhautablösung gelten, geschuldet sein. Die ausschließliche Versorgung der Pseudophakie-Ablationes in dieser Arbeit mittels ppV entspricht den eindeutigen Empfehlungen in der Literatur, dass hier die ppV im Vergleich zur Buckelchirurgie mehr anatomischen Erfolg erwarten lässt. Als Gründe werden die bessere Visualisierung auch kleiner Netzhautrisse, die Möglichkeit einer aggressiveren Abtragung der Galskörperbasis ohne das Risiko einer intraoperativen Linsenbeührung und die fehlende Gefahr einer postoperativen Kataraktentwicklung genannt. [10] [22] [23]

In dieser Studie konnte bei allen Patienten im Beobachtungszeitraum von einem Jahr das anatomische Ergebnis definiert als anhaltende Wiederanlage der Netzhaut erreicht werden. In 87,2% der Fälle war hierfür eine Operation ausreichend. In 7,8% der Fälle waren zwei, in 3,9 % der Fälle drei und in 1,1 % der Fälle vier Operationen erforderlich. Insgesamt kam es also bei 12,8 % der Netzhautablösungen zur Re-Ablatio, im Durchschnitt waren 1,2 Eingriffe von Nöten.

Die primären Anlageraten von ppV (87,1%), Buckelchirurgie (87,8%) und Kombination der beiden Verfahren (87,1%) weichen kaum vom Gesamtdurchschnitt ab. Dies bestätigt eine gute Wahl der Op-Methode durch die jeweiligen Operateure in Abhängigkeit von den individuellen Gegebenheiten der einzelnen Fälle.

Diese Ergebnisse entsprechen größtenteils den Ergebnissen vergleichbarer anderer Studien. Haugstadt et al. veröffentlichten 2017 eine norwegische Studie zum anatomischen Erfolg der verschiedenen Operationsmethoden der rhegmatogenen Ablatio retinae. Insgesamt wurden hier 517 Operationen aus dem Jahre 2012 ausgewertet. In der ppV Gruppe zeigte sich eine primäre Anlagerate von 89,0%, in der Buckelchirurgie-Gruppe 85,7% und in der Gruppe aus Kombination der beiden Verfahren 85,7%. Über alle Gruppen hinweg lag die primäre Anlagerate bei 87,7%. [73] Murthag et al. veröffentlichten 2019 eine irische Studie, in der die Ergebnisse der operativen Versorgung von 613 Fällen einer rhegmatogenen Netzhautablösung in den Jahren 2012 bis 2015 ausgewertet wurden. Hier fand sich in der ppV Gruppe eine primäre Anlagerate von 83,7%, in der Buckelchirurgie-Gruppe 93,0% und in der Gruppe aus Kombination der beiden Verfahren 95,3%. Insgesamt lag die primäre Anlagerate bei 88,6%. [85] Die Reichweite anderer Studien bezüglich der primären Anlageraten reicht von 80% bis nahezu 100%, wobei in mehreren Metaanalysen Anlageraten zwischen 80% und 90% sowohl insgesamt als auch für die einzelnen Verfahren bzw. deren Kombination angegeben werden. Die finalen Erfolgsquoten erreichen in nahezu fast allen Studien 100%. Die meisten Arbeiten kommen ebenso wie diese Arbeit zu keinem statistisch signifikanten Unterschied im Hinblick auf den anatomischen Erfolg der verschiedenen Op-Methoden. [10] [56] [86] [87]

Ob das Vorliegen einer abgehobener Makula ein signifikanter Einflussfaktor auf das anatomische Ergebnis ist oder nicht, ist sich die internationale Literatur nicht einig. [86] [88] [89]

Als funktionelles Ergebnis dieser Studie konnte über alle Op-Methoden hinweg ein Visus-Mittelwert von  $\log(MAR) 0,47 \pm 0,45$  erhoben werden. In der Einzelbetrachtung ergab sich im Falle einer Operation mittels Plombe ( $n = 32$ ) ein Visus Mittelwert von  $\log(MAR) 0,32 \pm 0,5$ , mittels Cerclage ( $n = 28$ ) von  $\log(MAR) 0,47 \pm 0,32$ , mittels ppV ( $n = 253$ ) von  $\log(MAR) 0,4 \pm 0,42$  und mittels Kombination aus ppV und Cerclage ( $n = 56$ )  $\log(MAR) 0,58 \pm 0,51$ . Unter gemeinsamer Betrachtung als sog Buckelchirurgie

ergibt sich für die Op-Methoden Cerclage und Plombe ein gemeinsamer Visus-Mittelwert von  $\log(\text{MAR}) 0,39 \pm 0,36$ . Gesondert betrachtet wurden komplexe Netzhautablösungen mit der Entscheidung zur Verwendung von Silikon-Öl als Endotamponade. Mehrere Studien hatten gezeigt, dass bei den meisten Patienten selbst nach Entfernung des Silikon-Öls eine anhaltende Visusminderung durch Ausdünnung der inneren Netzhautschichten verbleibt. Die Pathophysiologie hierfür ist bis dato nicht geklärt. [90] Im Falle der Anwendung von Silikon-Öl in Verbindung mit einer ppV ( $n = 30$ ) ergab sich ein Visus-Mittelwert von  $\log(\text{MAR}) 0,9 \pm 0,54$ , bei Anwendung bei kombinierter ppV und Buckelchirurgie ( $n = 9$ ) von  $\log(\text{MAR}) 0,65 \pm 0,3$ . Andere Studien fanden bei abgelöster Makula über alle Op-Methoden hinweg postoperative Visus-Mittelwerte nach sechs bis zwölf Monaten zwischen  $\log(\text{MAR}) 0,28$  und  $\log(\text{MAR}) 1,1$ . Für die einzelnen Op-Methoden wurden Werte von  $\log(\text{MAR}) 0,35$  für Buckelchirurgie [86],  $\log(\text{MAR}) 0,40 \pm 0,46$  für ppV [91] und  $\log(\text{MAR}) 0,8$  bis  $1,1$  für Op-Methoden in Verbindung mit Öl [90] angegeben. Die funktionellen Ergebnisse dieser Studie decken sich also mit anderen Ergebnissen. Ebenso kommt auch diese Studie zum Ergebnis, dass die Operation der rhegmatogenen Ablatio retinae generell mit einer deutlichen Verbesserung des präoperativen Visus vergesellschaftet ist. [25] [89] [92]

#### 5.4 Signifikante Einflussfaktoren auf den anatomischen und funktionellen Erfolg

In dieser Arbeit wurden insgesamt 14 Einflussfaktoren auf den anatomischen und funktionellen Erfolg der operativen Versorgung der rhegmatogenen Ablatio retinae mit abgehobener Makula betrachtet. Im Folgenden sollen die als statistisch signifikant herausgearbeiteten Einflussfaktoren ( $p < 0,05$ ) mit den Ergebnissen der internationalen Fachliteratur verglichen werden.

Die vorliegende Arbeit kam im Hinblick auf den anatomischen Erfolg zu dem Schluss, dass ein hoher Erfahrungsschatz und häufige operative Tätigkeit des jeweiligen Operateurs eine signifikant höhere primäre Anlagerate erwarten lassen. Weiter waren bei primärer Operation durch einen erfahrenen Operateur signifikant weniger Re-Operationen erforderlich. Liao et al. veröffentlichten im April 2019 eine umfangreiche Über-

sichtsarbeit über die Fortschritte in der Behandlung der rhegmatogenen Netzhautablösung. [93] Sie bewerten die eindellenden Verfahren, die ppV und die Kombinationsverfahren aus beiden Verfahren als effektive Behandlungsmethoden mit guten anatomischen und funktionellen Ergebnissen, wobei sie diese hauptsächlich von den jeweiligen Erfahrungen des ausführenden Ophthalmochirurgen abhängig machten. A. Babac, E. Mazinani et al. betrachteten ebenfalls in einem im Jahr 2012 veröffentlichten Artikel [94] den Einfluss der operativen Erfahrung des durchführenden Ophthalmochirurgen auf den Erfolg der chirurgischen Versorgung der Netzhautablösung in insgesamt 375 Fällen von 8 Chirurgen, von denen jeder von Dezember 1997 bis Januar 2002 zwischen 14 und 115 Fälle von Netzhautablösung mittels eindellender Verfahren oder Vitrektomie operativ versorgt hatte. Vier der Operateure begannen in diesem Zeitraum frisch mit der operativen Tätigkeit. Sie kamen dabei unter anderem zu dem Ergebnis, dass unerfahrene Operateure zu Beginn einen deutlichen Lerneffekt zeigen, der nach ungefähr 500 Operationen zu stabilen Erfolgsraten führt und im Anschluss daran kaum mehr ein deutlicher Lernerfolg beobachtet werden kann. Diese Beobachtung gelte ohne signifikanten Unterschied für die eindellenden Verfahren wie die Vitrektomie. Abschließend kamen Sie identisch zu dieser Arbeit zu dem Ergebnis, dass der Operateur einen signifikanten Einfluss auf den Erfolg der operativen Versorgung der Ablatio retinae hat, dies aber auch noch von in deren Arbeit offen gebliebenen, anderen Faktoren als der chirurgischen Erfahrung des jeweiligen Operateurs abhängt. Heimann H et al. kamen 2009 in der sog. SPR-Studie (scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment), die in der Literatur gehäuft aufgrund des als sehr gut bewerteten Studiendesigns zitiert wird, zu dem Ergebnissen, dass bei Fällen mittelschwerer Ablatio retinae der Operateur keinen signifikanten Einfluss auf das anatomische Ergebnis hat, wobei der primäre anatomische Erfolg starke operateursabhängige Schwankungen von 41,67 bis 90,00% (Mittelwert 63,16%) bei phaken und 33,33 bis 80,95% (Mittelwert 61,75%) bei pseudophaken Patienten zeigte. Während meine Arbeit zu dem Ergebnis kam, dass der Operateur keinen signifikanten Einfluss auf den funktionellen Erfolg hat, kam diese Arbeit allerdings zu dem Ergebnis, dass der Operateur im Studienarm der phaken Patienten signifikanten Einfluss auf den funktionellen Erfolg der jeweiligen Operation hat. [95]

Im Hinblick auf das anatomische und funktionelle Ergebnis konnte diese Studie zeigen, dass es bei niedrigem präoperativem Visus signifikant häufiger zu Re-Ablations

kommt und ein im Vergleich zu den anderen Fällen signifikant niedrigerer postoperativer Visus zu erwarten ist. Dies deckt sich mit den Beobachtungen der Multifaktorenanalyse der bereits zuvor erwähnten Studie von M. Haugstadt et al. [73]. H. Heimann et al. [92], die 512 Fälle einer primären ppV untersucht hatten, kommen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass der präoperative Visus ein statistisch signifikanter Einflussfaktor auf den anatomischen und funktionellen Erfolg ist. Die Studie von R. Shah et al. [86], die nur die Einflussfaktoren auf den anatomischen Einfluss betrachtet hatten, beschreibt ebenfalls einen statistisch signifikanten Einfluss des präoperativen Visus auf die primäre Anlagerate. Auch M. Kinori et al., die 181 Fälle einer mittels ppV oder Kombination aus ppV und Buckelchirurgie zwischen Januar 2004 und Dezember 2009 versorgten rhegmatogenen Netzhautablösung retrospektiv untersucht hatten, konnten auch zeigen, dass die präoperative Sehschärfe statistisch signifikanten Einfluss auf die postoperative Sehschärfe hat. [96] Die internationale Literatur scheint sich hier in Deckung mit den Ergebnissen dieser Arbeit einig zu sein.

Weiter kam diese Arbeit zu dem Ergebnis, dass im Falle von multiplen Läsionen der Netzhaut signifikant mehr Re-Ablationsen und ein signifikant schlechterer Visus ein Jahr postoperativ zu erwarten sind. Auch C. Haritoglou und A. Wolf beschreiben in Ihrer Übersichtsarbeit zu operativen Möglichkeiten bei Ablatio retinae, dass der anatomische Operationserfolg negativ mit der Anzahl der Löcher korreliert. [25] Nicole Heussen et al. veröffentlichten im Jahr 2011 eine Mehrfaktorenanalyse für Risikofaktoren einer Re-Ablatio in der SPR-Studie. [76] Neben der Anzahl der Netzhautläsionen beschreibt diese Arbeit durch die ausführliche, prospektive Dokumentation der Patientenfälle als weitere, signifikante Einflussfaktoren auf den anatomischen Erfolg in der pseudophaken Patientengruppe zudem noch präoperative Visusverschlechterung, YAG Kapsulotomie, große Risse, die Anzahl der betroffenen Quadranten, Einklemmung der Retina während der Operation und symptomatischen Gesichtsfeldverlust. In der Gruppe der phaken Patienten arbeiteten Sie geringen Augeninnendruck und persistierende, intraoperative Abhebung an der Stelle der Plombe als negative Prädiktoren heraus. Shah et al. kamen hingegen zu dem Ergebnis, dass die Anzahl der Läsionen bei Buckelchirurgie keinen signifikanten Einfluss auf das anatomische Ergebnis hat. [86] I. Kovačević et al. kamen wiederum in Ihrer im Jahr 2017 veröffentlichten Studie über 168 eindellende Operation einer rhegmatogenen Netzhautablösung mit abgehobener Makula zu dem Ergebnis, dass im Falle singulärer Netzhautläsionen

eine signifikant höhere anatomische Erfolgsquote zu erwarten ist. Bezuglich der funktionellen Erfolgsquote wurde hierfür leider keine Aussage getroffen. [87] V. Ambiya et al. veröffentlichten 2017 eine retrospektive Studie von 133 ppV-Fällen, die wie diese Arbeit ein statistisch schlechteres funktionelles Ergebnis bei multiplen Netzhautlösungen beschreibt. [97]

Diese Arbeit hat auch den Einfluss des Zeitpunktes der operativen Versorgung untersucht und kam zu dem Ergebnis, dass eine Versorgung der rhegmatogenen Ablatio retinae mit abgehobener Makula im Notdienst nur in schweren Fällen einen signifikanten Einfluss hat, und dies auch nur auf das funktionelle Ergebnis. Generell beschreibt die Fachliteratur, dass eine präoperativ abgelöste Makula mit postoperativ schlechteren Visus-Ergebnissen vergesellschaftet ist als Fälle mit noch anliegender Makula. Deshalb gelte es, ein Fortschreiten einer Ablatio mit noch anliegender Makula zu verhindern, wobei es als schwierig beschrieben wird, hier allgemeingültige Regeln für die Geschwindigkeit der Progression der Ablatio festzulegen. [10] Im Falle bereits abgelöster Makula könnte die Operation bis innerhalb der nächsten drei bis sieben Tage geplant werden, ohne das visuelle Ergebnis statistisch signifikant zu beeinflussen. [98] [99] [100] Van Bussel et al. publizierten im Jahr 2014 eine niederländische Metaanalyse über zwischen 1995 bis Oktober 2013 publizierte Studien über Patienten mit Netzhautablösung mit Makulabeteiligung, deren Behandlung entweder mittels eindellender Operation oder ppV innerhalb von drei Tagen nach Symptombeginn in der Regelarbeitszeit erfolgte [104]. Sie konnten dabei keinen Nachteil auf das funktionelle Ergebnis gegenüber einer Versorgung noch im Notdienst erkennen. Leider wird in diesen Arbeiten nicht beschrieben, ob dies für alle Schwergrade gilt, oder ob eine komplizierte Netzhautablösung wie in dieser Arbeit eine Ausnahme darstellt. Die zuletzt genannten Arbeiten beschreiben eine höhere Komplikationsrate bei Versorgung im Notdienst. Zumindest was die Komplikation einer Re-Ablatio bedingt, konnte diese Arbeit keinen signifikanten Unterschied auf den anatomischen Erfolg bei Versorgung im Notdienst feststellen.

Diese Arbeit konnte darüber hinaus zeigen, dass in Übereinstimmung mit der Fachliteratur ein höheres Patientenalter signifikanten negativen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis hat. Dies beschreiben auch F. Lui et al., die retrospektiv die Entwicklung der Sehschärfe in 96 Fällen von mit Buckelchirurgie versorgten einfachen rhegmatogenen

Netzhautablösungen mit abgehobener Makula untersuchten. Patienten älter als 75 Jahre hatten signifikant schlechtere Visus-Ergebnisse als Patienten unter 75 Jahren. [99] W. H. Ross und F. A. Stockl beschrieben im Jahr 2000 in einer Metaanalyse zu den Visus-Ergebnissen nach operativer Versorgung einer rhegmatogenen Netzhautablösung mit abgehobener Makula ebenfalls, dass Operateure bei Patienten jungen Alters bessere funktionelle Ergebnisse erwarten dürfen. [100]

Bezüglich des Einflusses der verschiedenen Operationsmethoden auf das funktionelle Ergebnis konnte diese Arbeit zeigen, dass die Verfahren Plombe und ppV mit Gas-Tamponade im Vergleich zu den anderen Verfahren durchschnittlich signifikant bessere postoperative Visuswerte erzielen als die Kombinationsverfahren aus Buckelchirurgie und ppV und die Verfahren mit Anwendung einer Silikon-Öl-Tamponade. Dies deckt sich mit den Beobachtungen der Fachliteratur, wobei mit einbezogen werden muss, dass die Anwendung von Silikon-Öl und die Kombinationsverfahren vor allem in Fällen schwerer Ablatio retinae als Ultima Ratio zur anhaltenden Anlage der Netzhaut gewählt werden. Das funktionelle Ergebnis wird hier dem anatomischen Ergebnis untergeordnet. [90] Bezüglich den Kombinationsverfahren muss erwähnt werden, dass die verschiedenen Arbeitsgruppen den Zusatznutzen einer zusätzlichen Cerclage kontrovers diskutieren. Eine Metaanalyse von K. Totsuka kam 2015 zu dem Ergebnis, dass sich eine zusätzliche Cerclage nur auf den primären und nicht auf den endgültigen anatomischen Erfolg positiv auswirkt. [101] Der sog. „European Vitreo-Retinal Society Retinal Detachment Study Report“, eine multizentrische, retrospektive Studie zur chirurgischen Therapie der rhegmatogenen Ablatio retinae beschrieb im Jahr 2013 eine zusätzliche Cerclage als generell nicht zielführend. [102]

Heinrich Heimann et al. publizierten im Jahr 2007 die Ergebnisse der bereits erwähnten, prospektiven, randomisierten Mehrcenter-Studie SPR zum Vergleich von eindellenden Verfahren mit primärer Vitrektomie bei rhegmatogener Netzhautablösung. [59] Dabei wurden von 45 Ophthalmochirurgen, von denen jeder mindestens bereits jeweils 100 eindellende Operationen und 100 Vitrektomien durchgeführt haben musste, in 25 Augenkliniken in 5 verschiedenen europäischen Ländern 681 Patienten mit rhegmatogener Amotio mittlerer Komplexität eingeschlossen. Die Patienten wurden dabei nach dem Linsenstatus in zwei Gruppen aufgeteilt: 416 Patienten waren phake, 265 Patienten pseudophake. Es zeigte sich, dass in der phaken Gruppe durch eindellende Verfahren ein signifikant besserer postoperativer Visus resultierte. In der pseudophaken

Gruppe hatte die Op-Methode keinen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis. In der phaken Gruppe hatte die Op-Methode keinen signifikanten Einfluss auf die primäre Anlagerate, während sich in der pseudophaken Gruppe durch Vitrektomie eine signifikant bessere primäre Anlagerate erzielen ließ. Die Autoren sprachen deshalb die Empfehlung aus, bei phaken Patienten aufgrund besseren funktionellen Ergebnisses ein eindellendes Verfahren anzuwenden, während bei pseudophaken Patienten aufgrund des besseren anatomischen Ergebnisses eine Vitrektomie zu bevorzugen sei. Im Vergleich hierzu zeigten meine Auswertungen, dass im Falle von rhegmatogener Amotio mit abgehobener Makula die Op-Methode keinen signifikanten Einfluss auf das anatomische Ergebnis hat. Auch in Bezug auf das funktionelle Ergebnis ist es nicht von signifikanter Bedeutung, ob ein eindellendes Verfahren oder eine Vitrektomie zur Anwendung kommt, mit Ausnahme der Kombinationsverfahren und unter Verwendung von Silikon-Öl-Tamponade.

Das Ergebnis dieser Arbeit, dass bei komplizierter Amotio signifikant schlechtere Visus-Werte resultieren, deckt sich mit den Ergebnissen anderer Arbeiten, welche die Größe des abgehobenen Netzhautareals ebenfalls signifikant negativ mit den zu erwartenden Visus-Ergebnissen korrelieren. [103]

Diese Arbeit kam noch zu dem Ergebnis, dass Hufeisenforamen gegenüber Rundforamen oder Riesenrissen signifikant bessere funktionelle Ergebnisse erwarten lassen. In der Fachliteratur finden sich mehrere Arbeiten, die dies für den anatomischen Erfolg bestätigen, auf den funktionellen Erfolg aber leider diesbezüglich keine Aussage treffen. [73] [104]

## 5.5 Zusammenfassung

Diese Arbeit hat retrospektiv die Op-Ergebnisse und verschiedene Einflussfaktoren auf den anatomischen und funktionellen Erfolg einer großen Kohorte von 619 Fällen einer rhegmatogenen Netzhautablösung mit gleichzeitiger Abhebung der Makula untersucht, die zwischen Januar 2007 und Juni 2012 an der Universitätsaugenklinik Regensburg operativ versorgt wurden.

58% der Patienten waren Männer, das Alter der Patienten betrug im Durchschnitt 63,5 Jahre. Der mittlere präoperative Visus betrug 1,5 log(MAR). Bei 60% der Patienten war der Linsenstatus zum Zeitpunkt der Netzhautablösung phake. Die primäre Wiederanlagerate nach einer Operation betrug 87%.

Es konnte gezeigt werden, dass die große Varianz der Ausgangsvoraussetzungen im Hinblick auf den Visus präoperativ, den Linsenstatus, der Größe der Ablösung, des Alters der Patienten oder der Art und Anzahl der Netzhautläsionen Einflüsse auf die Wahl der operative Versorgung hat.

Folgende Faktoren waren signifikant mit einem anatomisch erfolgreichen Ergebnis nach einer Operation assoziiert:

- präoperativer Visus
- geringe Zahl von Netzhautlöchern
- Erfahrung des Operateurs

Von 408 Augen konnten Daten zum Visus ein Jahr postoperativ erhoben werden. Dieser betrug im Durchschnitt 0,47 log(MAR).

Folgende Faktoren waren signifikant mit einem guten Visus ein Jahr postoperativ assoziiert:

- Geringer Schweregrad der Ablatio
- Junges Alter des Patienten
- Vorliegen eines Hufeisenrisses
- Präoperativ guter Visus
- Vorliegen nur eines Netzhautloches
- Plombe oder ppV mit Gas als Op-Methode

Die Daten der vorliegenden Arbeit zeigen, dass die Behandlung der rhegmatogenen Netzhautablösung mit modernen Techniken und Konzepten gute Ergebnisse bringt, aber noch nicht alle Probleme wirklich gelöst sind.

Aktuelle Trends der Ablatiochirurgie in der Literatur werden bestätigt.

## **6.0 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Visuswerte präoperativ bei stationärer Aufnahme an der Universitätsaugenklinik Regensburg .....	25
Tabelle 2: Als ursächliche für die rissbedingte Ablatio retinae zu wertende Netzhautläsion.....	27
Tabelle 3: Einteilung der betrachteten Fälle in drei Schweregrade.....	29
Tabelle 4: Angewandte Op-Methoden und deren Häufigkeit .....	31
Tabelle 5: Angewandte Op-Methoden nach Schwierigkeitsgrad der Amotio .....	31
Tabelle 6: Anzahl der pro Jahr und pro Operateur durchgeführten Eingriffe .....	33
Tabelle 7: Aufteilung der pro Operateur durchgeführten Eingriffe nach Schwierigkeitsgraden .....	33
Tabelle 8: Anzahl der pro Operateur durchgeführten Eingriffe .....	34
Tabelle 9: Vom jeweiligen Operateur gewählte Op-Methode im Falle einer einfachen Ablatio retinae.....	34
Tabelle 10: Vom jeweiligen Operateur gewählte Op-Methode im Falle einer mittelschweren Ablatio retinae.....	35
Tabelle 11: Vom jeweiligen Operateur gewählte Op-Methode im Falle einer komplizierten Ablatio retinae.....	35
Tabelle 12: Gewähltes Zugangsinstrumentarium bei pars plana Vitrektomie .....	36
Tabelle 13: Art und Anzahl der zur Anwendung gekommenen Endotamponaden....	36
Tabelle 14: Wahl der Endotamponade nach Schweregrad der Amotio .....	37
Tabelle 15: Linsenersatz nach Op-Methode und präoperativem Linsenstatus .....	38
Tabelle 16: Op-Methoden bei Pseudophakie-Ablatio .....	40
Tabelle 17: Anzahl der notwendigen Operationen zur Wiederanlage der Netzhaut .	41
Tabelle 18: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle in Schweregrade.....	42
Tabelle 19: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom Alter der Patienten .....	43
Tabelle 20: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom Geschlecht der Patienten.....	44

Tabelle 21: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit der für die Ablatio retinae ursächlichen Netzhautläsion	44
Tabelle 22: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom präoperativen Visus .....	45
Tabelle 23: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom Zugangsweg bei ppV .....	46
Tabelle 24: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in Anzahl der Läsionen (singulär vs. multiple) .....	47
Tabelle 25: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle nach dem Operateur der primären Operation .....	48
Tabelle 26: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode .....	49
Tabelle 27: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode im Falle einfacher Amotio ...	50
Tabelle 28: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode im Falle mittelschwerer Amotio .....	51
Tabelle 29: Primäre Anlagerate und Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in primäre Op-Methode im Falle schwerer Amotio ....	51
Tabelle 30: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle nach primärem Linsenstatus.....	52
Tabelle 31: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle mit primärem Linsenstatus phake nach Linsenersatz .....	52
Tabelle 32: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung der Fälle mit primärem Linsenstatus phake und Op in Kombination mit einer ppV nach Linsenersatz .....	53
Tabelle 33: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Aufteilung in Op-Zeitpunkt wochentags oder notfallmäßig wochentags oder am Wochenende	53
Tabelle 34: Anzahl der zur Wiederanlage notwendigen Operationen nach Verwendung von Kryokoagulation .....	54
Tabelle 35: Anlageraten bei Verwendung von Laserkoagulation.....	55

Tabelle 36: Primäre Anlagerate und Anzahl der notwendigen Operationen bis zur anhaltenden Anlage der Netzhaut bei kombinierter Anwendung von Kryo- und Laserkoagulation .....	55
Tabelle 37: Anlagerate unter Verwendung von zirkulärer Laserkoagulation.....	56
Tabelle 38: Anlagerate in Bezug auf die jeweilig angewandte Endotamponade.....	57
Tabelle 39: Erreichte Visus-Werte ein Jahr postoperativ .....	61
Tabelle 40: Mittelwerte und Standartabweichungen in log(MAR)- und DIN-Visussystem unter Aufteilung der Fälle nach Schweregraden.....	64
Tabelle 41: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Alter der Patienten .....	64
Tabelle 42: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	65
Tabelle 43: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit der ursächlichen Netzhautläsion.....	65
Tabelle 44: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Visus präoperativ.....	66
Tabelle 45: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit des Zugangswegs bei ppV .....	66
Tabelle 46: Mittelwerte und Standartabweichungen in log(MAR)- und DIN-Visussystem unter Aufteilung der Fälle nach Anzahl der Läsionen .....	67
Tabelle 47: Mittelwerte und Standartabweichungen des Visus ein Jahr postoperativ je Operateur .....	67
Tabelle 48: Mittelwerte und Standartabweichungen des Visus ein Jahr postoperativ je Operationsverfahren .....	68
Tabelle 49: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Linsenstatus .....	69
Tabelle 50: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ bei phaken Patienten in Abhängigkeit des Linsenersatzes .....	70
Tabelle 51: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Linsenstatus unterteilt nach Schweregraden der Ablatio retinae .....	70
Tabelle 52: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der primären operativen Versorgung .....	71
Tabelle 53: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von Kryokoagulation .....	72

Tabelle 54: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von Laserkoagulation.....	73
Tabelle 55: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von gemeinsamer Anwendung von Kryo- und Laserkoagulation .....	73
Tabelle 56: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit von der Anwendung von Zirkulärer Laserkoagulation.....	74
Tabelle 57: Mittelwerte des Visus ein Jahr postoperativ in Abhängigkeit der angewandten Endotamponade.....	75
Tabelle 58: Zusammenfassung der Einflussfaktoren auf den Operationserfolg bei Therapie der rhegmatogenen Ablatio retinae .....	80

## 7.0 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Makroskopische Lage der Netzhaut im Auge des Menschen [1] .....	2
Abbildung 2: Histologischer Aufbau der Netzhaut [5] .....	4
Abbildung 3: Schematische Darstellung einer rhegmatogenen Netzhautablösung [19] .....	7
Abbildung 4: Hufeisenforamina mit Netzhautablösung. F=Foramen, D=Lochdeckel, *=Brückengefäß, Pfeile=Lochränder [9].....	7
Abbildung 5: Verschiedene Plomben und Cerclagen: (A) radiäre Plombe, (B) limbusparallele Plombe, (C) mit einer radiären Plombe verstärktes Cerclagebändchen, (D) mit einer soliden Silikonplombe verstärktes Cerclagebändchen [8].....	15
Abbildung 6: Schema der Pars-plana-Vitrektomie [57] .....	16
Abbildung 7: Häufigkeiten der Altersverteilung der ausgewerteten Patientendaten .	24
Abbildung 8: Visuswerte der Patienten bei Vorstellung zur operativen Versorgung .	26
Abbildung 9: Ausmaß der Netzhautablösung anhand Einteilung in 12 Uhrzeiten....	27
Abbildung 10: Schema für Funduszeichnung prä- und postoperativ [65] .....	28
Abbildung 11: Durchgeführte Operationen aufgeteilt nach Wochentag .....	30
Abbildung 12: Aufteilung der Operationen nach Monaten .....	30
Abbildung 13: Aufteilung der Op-Methoden pro Jahr.....	32
Abbildung 14: Zeitgleicher Ersatz der Linse bei primär phaken Patienten aufgeteilt nach Jahren.....	38
Abbildung 15: Ersatz der Linse bei phaken Patienten in Abhängigkeit vom präoperativen Visus .....	39
Abbildung 16: Anzahl der zur anhaltenden Anlage der Netzhaut notwendigen Operationen in Abhängigkeit vom präoperativen Visus .....	46
Abbildung 17: Erreichte Visus-Werte ein Jahr postoperativ in Darstellung als Balkendiagramm.....	62
Abbildung 18: Visus-Differenz prä- zu postoperativ in log(MAR) .....	63

## **8.0 Abkürzungsverzeichnis**

ppV	pars plana Vitrektomie
PVR	proliferative Vitreoretinopathie
Op	Operation
SF6	Schwefelhexafluorid
C3F8	Hexafluoroethan
C2F6	Perfluoropropan
YAG	Yttrium-Aluminium-Granat
log (MAR)	logarithm of the Minimum Angle of Resolution

## 9.0 Literaturverzeichnis

- [1] „MVZ Prof. Neumann GmbH,“ [Online]. Available: <https://www.neumann.de/glaskoerperabhebung-glaskoerpertruebung-netzhautloch/>. [Zugriff am 18 1 2020].
- [2] F. Grehn, Augenheilkunde, 29. überarbeitete und aktualisierte Auflage, Heidelberg: Springer Medizin Verlag, 2006, pp. 231-238.
- [3] K. Franze, „Lichtleiter in der Netzhaut,“ *Spektrum der Wissenschaft*, Nr. 10, p. 16 ff., 2007.
- [4] M. Schmidt, H. Savkovic-Cvijic, W. Eichler und J. Unterlauff, „Der protektive Einfluss Müller'scher Gliazellen auf retinale Ganglienzellen,“ *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* 2018; 235(01): 58 - 63, pp. 235(01): 58 - 63, 2018.
- [5] F. Grehn, Augenheilkunde 31. Auflage, Berlin, Heidelberg: Springer, 2012.
- [6] R. Balasubramanian und L. Gan, „Development of Retinal Amacrine Cells and Their Dendritic Stratification,“ *Current ophthalmology reports*, Bd. 2, Nr. 3, p. 100–106, September 2014.
- [7] J. W. Rohen und E. Lütjen-Drecoll, Funktionelle Histologie, Stuttgart: F.K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, 2000.
- [8] U. Welsch und T. Deller, Sobotta Lehrbuch Histologie, Urban & Fischer Verlag / Elsevier, 2010.
- [9] J. J. Kanski und B. Bowling, Lehrbuch der klinischen Ophthalmologie, 7. Auflage Hrsg., München: Elsevier Verlag, 2012, pp. 701-743.
- [10] N. Feltgen und P. Walter, „Rissbedingte Netzhautablösung - ein ophthalmologischer Notfall,“ *Deutsches Ärzteblatt*, pp. 12-22, 6 Januar 2014.
- [11] D. Mitry, D. G. Charte, D. Yorston und e.t., „Rhegmatogenous retinal detachment in Scotland,“ *BMC Ophthalmol.*, p. 9: 2., 2009.
- [12] M. Van de Put, J. Hooymans und L. Los, „The incidence of rhegmatogenous retinal detachment in the Netherlands,“ *Ophthalmology.*, pp. 120 (3): 616-22, 2013.

- [13] D. Mitry D, D. Charteris, B. Fleck, H. Campbell und J. Singh, „The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographical variation and clinical associations,“ *Br J Ophthalmol.* 2010 Jun;94(6):678-84, pp. 94(6):678-84, 2010 Jun.
- [14] J. Li, T. Welchowski, M. Schmid, F. Holz und R. Finger, „Incidence of Rhegmatogenous Retinal Detachment in Europe - A Systematic Review and Meta-Analysis,“ *Ophthalmologica*, Bd. 242(2), pp. 81-86, 2019.
- [15] M. Haimann, T. Burton und C. Brown, „Epidemiology of retinal detachment,“ *Arch Ophthalmol*, pp. 100(2):289-92, Feb 1982.
- [16] L. Laatikainen und E. Tolppanen, „Characteristics of rhegmatogenous retinal detachment,“ *Acta Ophthalmol (Copenh)*, pp. 63(2):146-54., Apr 1985.
- [17] H. Heimann, „Netzhautablösung Teil 1 - Vorstufen, Symptomatik und diagnostisches Vorgehen,“ *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*, p. 229: 651–670, 2012.
- [18] Berufsverband der Augenärzte Deutschlands e.V. und Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft e.V., Leitlinie Nr. 22 a Vorstufen einer rhegmatogenen Netzhautablösung bei Erwachsenen, 17.11.2011.
- [19] L. Laatikainen, E. Tolppanen und H. Harju, „Epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment in a Finnish population,“ *Acta Ophthalmol (Copenh)*, pp. 63(1):59-64., Feb 1985.
- [20] A. Wähning, „Augenarzt Dr. Wähning, Bergheim,“ [Online]. Available: <http://www.ihr-augenarzt.info/215>. [Zugriff am 15 12 2017].
- [21] F. Ziemssen, W. Lagrèze und B. Voykov, „Sekundärerkrankungen bei hoher Myopie,“ *Ophthalmologe*, p. 114:30–43, 2017.
- [22] W. Herrmann, H. Helbig und H. Heimann, „Pseudophakie-Ablatio,“ *Klin Monatsbl Augenheilkd*, p. 228: 195–200, 2011.
- [23] A. Joussen und H. Helbig, „Chirurgie der Netzhautablösung,“ *Klinische Monatsblätter Augenheilkunde*, pp. 228: 185-186, 2011.
- [24] A. Sodhi, L.-S. Leung, D. Do, E. Gower, O. Schein und J. T. Handa, „Recent Trends in the Management of Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Survey of Ophthalmology*, Nr. Jan-Feb, pp. 50-64, 2008.

- [25] C. Haritoglou und A. Wolf, „Operative Möglichkeiten bei Ablatio retina,“ *Klinische Monatsblätter Augenheilkunde*, pp. 669-675, 2015.
- [26] C. Gonzales, A. Gupta, S. Schwartz und A. Kreiger , „The fellow eye of patients with phakic rhegmatogenous retinal detachment from atrophic holes of lattice degeneration without posterior vitreous detachment,“ *Br J Ophthalmol.*, pp. 88(11):1400-2, 11 2004.
- [27] O. Gupta und W. Benson, „The risk of fellow eyes in patients with rhegmatogenous retinale detachment,“ *Curr Opin Ophthalmol.*, pp. 16(3),: 175-8, 2005.
- [28] T. Johnston, A. Chandra und A. Hewitt, „Current Understanding of the Genetic Architecture of Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Ophthalmic Genet.*, pp. 37(2):121-9, 2016 Jun.
- [29] J. Potic, C. Bergin und C. Giacuzzo, „Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment: Risk Factors for Macular Involvement,“ *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, Bd. 256(3), Nr. Mar, pp. 489-494, 2018.
- [30] F. Grehn und et all, Facharztprüfung Augenheilkunde, Stuttgart: Thieme Verlagsgruppe, 2014, pp. 196-198.
- [31] J. Ware, „Chirurgical observations relative to the eye,“ *edn. J Mawman, London*, pp. vol 2, 2nd, p 238, 1805.
- [32] W. Jaeger, Die Erfindung der Ophthalmoskopie, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1977.
- [33] A. Coccius, „Ueber die Anwendung des Augen-Spiegels nebst Angabe eines neuen Instrumentes,“ *Chir. 65 u.*, 1853.
- [34] A. von Graefe, „Notiz ueber die im Glaskoerper vorkommenden Opacitaeten,“ *Arch f Ophthalmol 1:351*, p. 1:351, 1854.
- [35] K. A. Rezaei und G. W. Abrams, „The History of Retinal Detachment Surgery,“ *Primary Retinal Detachment*, pp. pp 1-24, 2005.
- [36] G. Bietti, „Corioretiniti adhesive da crioapplicazioni episleral,“ *Acta XIV Conc Ophthalmol*, p. 2:12, 1933.
- [37] S. Larsson, „Electro-diathermy in detachment of the retina,“ *Arch Ophthalmol*, p. 7:661.

- [38] B. Rosengren, „300 cases operated upon for retinal detachment, method and results,“ *Acta Ophthalmol*, pp. 30:117-122.
- [39] H. Weve, „Bulbusverkürzung durch Raffung der Sklera,“ *Ophthalmologica*, p. 118:660, 1949.
- [40] A. Jess, „Temporäre Skleraeindellung als Hilfsmittel bei der Operation der Netzhautablösung,“ *Klin Mbl Augenheilk* 99:318, p. 99:318, 1937.
- [41] K. Lindner, „Verkürzung des Augapfels durch Faltung,“ *Wien Klin Wschr*, p. 61:206, 1949.
- [42] E. Custodis, „Die Behandlung der Netzhautablösung durch umschriebene Diathermiekoagulation und einer mittels Plombenaufnähung erzeugten Eindellung der Sklera im Bereich des Risses,“ *Klin. Monatsblätter Augenheilkunde*, p. 126:476, 1956.
- [43] E. Custodis, „Die Behandlung der Netzhautablosung durch umschriebene Diathermiekoagulation und einer mittels Plomenaufnähung erzeugten Eindellung der Sklera im Bereich des Risses,“ *Klin. Monatsblätter Augenheilkunde*, p. 129:476, 1956.
- [44] C. Schepens, I. Okamura und R. Brockhurst, „The scleral buckling procedures - Surgical techniques an management,“ *Arch Ophthalmol*, p. 58:797, 1957.
- [45] G. Meyer-Schwickerath, „Light coagulation,“ *Mosby-Year Book, St.Louis*, p. p 18 ff, 1960.
- [46] C. Schepens, „A new ophthalmoscope demonstration,“ *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*, pp. 51:298-301, 1947.
- [47] H. Lincoff, I. Baras und J. McLean, „Modifications to the Custodis procedure for retinal detachment,“ *Arch Ophthalmol*, p. 73:160, 1965.
- [48] R. Machemer, H. Buettner, E. Norton und J. Parel, „Vitrectomy: a pars plana approach,“ *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*, p. 75:813, 1971.
- [49] M. Schargus und W. F. Schrader, „Retinale Photokoagulation,“ *Z. prakt. Augenheilkd.*, Bd. 31, pp. 21-32, 2009.
- [50] E. Norton, „Intraocular gas in the management of selected retinal detachments,“ *Ophthalmology*, p. 77:85, 1973.
- [51] C. Vygantas, G. Meymen, M. Daily und E. Ericson, „Octafluorocyclobutane and other gases for vitreous replacement,“ *Arch Ophthalmol*, p. 90:235, 1973.

- [52] H. Lincoff, J. Maisel und A. Lincoff, „Intravitreal disappearance rates of four perfluorocarbon gases,“ *Arch Ophthalmol*, p. 102:928, 1984.
- [53] P. Cibis, B. Becker und S. Canaan, „The use of liquid silicone in retinal detachment surgery,“ *Arch Ophthalmol*, p. 68:590, 1962.
- [54] T. Williamson , Vitreoretinal surgery, New York: Springer, 2013.
- [55] G. Mackensen und H. Neubauer, Augenärztliche Operationen, Berlin - Heidelberg: Springer Verlag, 2014.
- [56] H. Heimann, „Netzhautablösung Teil 2 - Therapeutisches Verfahren,“ *Augenheilkunde up2date*, Nr. 229, pp. 745-763, 2012.
- [57] S. Priglinger, „Augenklinik der LMU München - Plombenchirurgie,“ [Online]. Available: <http://www.klinikum.uni-muenchen.de/Augenklinik-und-Poliklinik/de/Schwerpunkte/Netzhaut/Ablatio/plombenchirurgie/index.html>. [Zugriff am 02 02 2020].
- [58] J. Schuhmacher, „Operationsspektrum der Universitätsaugenklinik Marburg,“ [Online]. Available: [http://www.ukgm.de/ugm\\_2/deu/umr\\_aug/Bilder/Vitrektomie\\_Schema.jpg](http://www.ukgm.de/ugm_2/deu/umr_aug/Bilder/Vitrektomie_Schema.jpg). [Zugriff am 22 12 2017].
- [59] C. Framme, J. Roider, R. Brinkmann, R. Birngruber und V.-P. Gabel, „Grundlagen und klinische Anwendung der Lasertherapie an der Netzhaut,“ *Klin. Monatsblätter Augenheilkunde*, Bd. 225, pp. 259-268, 2008.
- [60] M. Silvanus, P. Moldzio, N. Bornfeld und J. Peters, „Visual loss following intraocular gas injection,“ *Dtsch Arztebl Int* , p. 105(6):108–12, 2008.
- [61] H. Heimann, K. Bartz-Schmidt, N. Bornfeld und al., „Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment: a prospective randomized multicenter clinical study,“ *Ophthalmology*, Bd. 114, pp. 2142-2154, 2007.
- [62] A. Augustin und I. Offermann, „Möglichkeiten und Grenzen der innovativen Vitrektomiesysteme,“ *Klin Monatsblätter Augenheilkunde*, Bd. 224, pp. 707-715, 2007.
- [63] H. Breuß und J. Kuchenbecker, „Einsatz und Erfahrung mit der 23- und 25-Gauge-pars-plana-Vitrektomie im HELIOS Klinikum Berlin Buch,“ *Klin Monatsblätter Augenheilkunde*, pp. 2008; 225 - V05, 2008.

- [64] F. Weinand, „Behandlung intraokularer Fremdkörperverletzungen,“ *Wehrmedizin und Wehrpharmazie WMM*, Bd. 4, pp. 110-113, 2015.
- [65] A. Dirani, F. Antaki und et all, „360-degree intra-operative laser retinopexy for the prevention of retinal re-detachment in patients treated with primary pars plana vitrectomy,“ *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, Bd. 258, p. 249–256, 2019.
- [66] J. Wang, E. Ryan EH und C. Ryan, „FACTORS ASSOCIATED WITH THE USE OF 360-DEGREE LASER RETINOPEXY DURING PRIMARY VITRECTOMY WITH OR WITHOUT SCLERAL BUCKLE FOR RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT AND IMPACT ON SURGICAL OUTCOMES,“ *Retina*, p. 10.1097, 2019.
- [67] A. Jalil, W. Ho, S. Charles, F. Dhawahir-Scala und N. Patton, „Iatrogenic retinal breaks in 20-G versus 23-G pars plana vitrectomy,“ *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, p. 251: 1463–7, 2013.
- [68] C. Framme, J. Roider, H. Hoerauf und H. Laqua, „Komplikationen nach externer Netzhautchirurgie bei Pseudophakieablatio – Sind eindellende Operationsverfahren noch aktuell?,“ *Klin Monatsblätter Für Augenheilkd*, p. 216: 25–32, 2000.
- [69] I. Landiev, A. Bringmann und P. Wiedemann, „Proliferative Vitreoretinopathie – Pathogenese und Therapie,“ *Klin Monatsbl Augenheilkd*, pp. 227(3): 168-174, 2010.
- [70] M. Vukosavljevic, R. Stojkovic und D. Vicic, „Retinal detachment in the pseudophakic eye,“ *Vojnosanitetski pregled*, pp. vol. 58, no. 1, pp. 11–15, 2001.
- [71] P. Polkinghorne und J. Craig, „Northern New Zealand Rhegmatogenous Retinal Detachment Study: Epidemiology and Risk Factors,“ *Clin Exp Ophthalmol*, Bd. 32(2), Nr. Apr, pp. 159-63, 2004.
- [72] M. Mukhtar, M. Mehboob, Q. Islam und M. Ishaq, „Comparison of Clinical Characteristics of Rhegmatogenous Retinal Detachment in Pseudophakic and Phakic Eyes,“ *J Coll Physicians Surg Pak*, Bd. 27(5), Nr. May, pp. 288-291, 2017.

- [73] M. Haugstad, S. Moosmayer und R. Bragadóttir, „Primary rhegmatogenous retinal detachment – surgical methods and anatomical outcome,“ *Acta Ophthalmologica*, p. 95: 247–251, 2017.
- [74] M. DELOLME, B. Dugas und F. Nicot, „Anatomical and Functional Macular Changes After Rhegmatogenous Retinal Detachment With Macula Off,“ *AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY*, Nr. Jan, pp. 128-136, 2012.
- [75] S. Rezar, S. Sacu, R. Blum und K. Eibenberger, „Macula-On Versus Macula-Off Pseudophakic Rhegmatogenous Retinal Detachment Following Primary 23-Gauge Vitrectomy Plus Endotamponade,“ *Curr Eye Res*, Bd. 41(4), Nr. Apr, pp. 543-550, 2016.
- [76] D. Borowicz, K. Nowomiejska, D. Nowakowska und A. Brzozowska, „Functional and morphological results of treatment of macula-on and macula-off rhegmatogenous retinal detachment with pars plana vitrectomy and sulfur hexafluoride gas tamponade,“ *BMC Ophthalmol*, Nr. May 24, p. 19(1):118, 2019 May 24.
- [77] H. Ghoraba, A. Zaky und A. Ellakwa, „Long-term Follow-Up of Vitrectomy, With or Without 360° Encircling Buckle, for Rhegmatogenous Retinal Detachment Due to Inferior Retinal Breaks,“ *Clin Ophthalmol*, Bd. 10, Nr. Jun 21, pp. 1145-51, 2016.
- [78] N. Heussen, R.-D. Hilgers, H. Heimann, L. Collins und S. Grisanti, „Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment study (SPR Study): Multiple-event analysis of risk factors for reoperations. SPR Study report no. 4,“ *Acta Ophthalmol.*, p. 89: 622–628, 2011.
- [79] J. Combs und R. Welch, „Retinal Breaks Without Detachment - Natural History, Management and Long Term Follow-Up,“ *Trans Am Ophthalmol Soc*, Bd. 80, pp. 64-97, 1982.
- [80] L. Znaor, A. Medic, S. Binder, A. Vucinovic und J. Marin Lovric, „Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rrd (review),“ *Cochrane Database Syst Rev*, Bd. 3, Nr. Mar, p. CD009562, 2019.
- [81] E. Weichel, A. Martidis, M. Fineman und J. McNamara, „Pars Plana Vitrectomy Versus Combined Pars Plana Vitrectomy-Scleral Buckle for Primary Repair of

Pseudophakic Retinal Detachment," *Ophthalmology*, Bd. 113(11), Nr. Nov, pp. 2033-40, 2006.

- [82] A. Orlin, N. Hewig, M. Nissen, S. Lee und S. Kiss, „Pars Plana Vitrectomy Compared With Pars Plana Vitrectomy Combined With Scleral Buckle in the Primary Management of Noncomplex Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Retina*, Bd. 34(6), Nr. Jun, pp. 1069-75, 2014.
- [83] T. Kiyohito, I. Hiroko und . F. R. Murilo, „SUPPLEMENTAL SCLERAL BUCKLE IN VITRECTOMY FOR THE REPAIR OF RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT: A Systematic Review of Literature and Meta-Analysis,“ *Retina*, Bd. 35(11), Nr. Nov, pp. 2423-31, 2015.
- [84] M. Smith, S. Raman, G. Pappas und et al, „Phacovitrectomy for primary retinal detachment repair in presbyopes,“ *Retina*, Bd. 4, Nr. 27, p. 462–467, 2007.
- [85] P. Murtagh, K. Stephenson, M. Rhatigan und et al., „Rhegmatogenous retinal detachments: primary reattachment rates and visual outcomes over a 4-year period,“ *Irish Journal of Medical Science*, Nr. Aug, 2019.
- [86] R. Shah, R. Byanju, S. Pradhan und S. Ranabhat, „Factors Affecting the Outcome of Scleral Buckling Surgery for Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Hindawi Journal of Ophthalmology*, pp. Article ID 9016302, 4 pages, 2018.
- [87] I. Kovačević, A. Radosavljević, I. Stefanović und et all, „Anatomical and functional factors influencing the results of scleral buckling procedure for macula-off rhegmatogenous retinal,“ *Vojnosanit Pregl*, p. 212–218, 2017; 74(3):..
- [88] X. Lumi, „Anatomical success rate of pars plana vitrectomy for treatment of complex rhegmatogenous retinal detachment,“ *BMC Ophthalmology*; 16:216, 2016.
- [89] H. Kobashi, M. Takano, T. Yanagita, T. Shiratani, G. Wang, K. Hoshi und K. Shimizu, „Scleral buckling and pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: an analysis of 542 eyes,“ *Curr Eye Res.*, pp. 39(2):204-11, Feb 2014.
- [90] J. Tode und J. Roider, „Die Visusminderung in Zusammenhang mit Silikonöltamponaden,“ *Klin Monatsbl Augenheilkunde*, Bd. 235, pp. 1043-1048, 2017.

- [91] H. Gerdig und A. Hersener, „Anatomical and Functional Results of Primary Pars Plana Vitrectomy in Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Klin Monbl Augenheilkd*, Bd. 230(4), Nr. 2013 Apr;230(4):409-12, pp. 409-12, 2013.
- [92] H. Heimann, X. Zoe, H. Helbig und et al., „Primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: an analysis of 512 cases,“ *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*, Bd. 244, p. 69–78, 2006.
- [93] L. Liao und X.-H. Zhu, „Advances in the treatment of rhegmatogenous retinal detachment,“ *Int J Ophthalmol*, pp. Vol. 12, No. 4, 2019.
- [94] B. A. E. MAZINANI, A. RAJENDRAM, P. WALTER und G. F. ROESSLER, „DOES SURGICAL EXPERIENCE HAVE AN EFFECT ON THE SUCCESS OF RETINAL DETACHMENT SURGERY?,“ *RETINA*, pp. 32:32–37., 2012.
- [95] H. Heimann, N. Bornfeld, U. Bartz-Schmidt und et al., „Einfluss des Operateurs auf die Operationsergebnisse bei rhegmatogener Ablatio retinae im Rahmen der „Scleral Buckling versus Primary Vitrectomy in Rhegmatogenous Retinal Detachment Study“,“ *Klin Monatsbl Augenheilkd*, Bd. 226, p. 991–998, 2009.
- [96] M. Kinori, E. Moisseiev, N. Shoshany und et al., „Comparison of Pars Plana Vitrectomy With and Without Scleral Buckle for the Repair of Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *AMERICAN JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY*, Bd. 2, Nr. 152, pp. 292-297, 2001.
- [97] V. Ambiya, P. Rani, R. Narayanan und et al., „Outcomes of Recurrent Retinal Detachment Surgery Following Pars Plana Vitrectomy for Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Semin Ophthalmol*, Bd. 33(5), pp. 657-663, 2018.
- [98] P. Henrich, S. Priglinger, D. Klaessen und et al., „Macula-off Ablatio retinae – eine Zeitfrage?,“ *Klin Monatsblätter Für Augenheilkd*, Bd. 226, p. 289–93, 2009.
- [99] F. Liu, C. Meyer, S. Mennel, S. Hoerle und P. Kroll, „Visual Recovery After Scleral Buckling Surgery in Macula-Off Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Ophthalmologica*, Bd. 220(3), pp. 174-80, 2006.
- [100] W. Ross und F. Stockl, „Visual Recovery After Retinal Detachment,“ *Curr Opin Ophthalmol*, Bd. 11(3), Nr. Jun, pp. 191-4, 2000.
- [101] K. Totsuka, H. Inui, M. Roggia und et al., „SUPPLEMENTAL SCLERAL BUCKLE IN VITRECTOMY FOR THE REPAIR OF RHEGMATOGENOUS

RETINAL DETACHMENT: A Systematic Review of Literature and Meta-Analysis,“ *Retina*, Bd. 35(11), Nr. Nov, pp. 2423-31, 2015.

- [102] R. Adelman, A. Parnes, J. Sipperley und D. Ducournau, „Strategy for the Management of Complex Retinal Detachments: The European Vitreo-Retinal Society Retinal Detachment Study Report 2,“ *Ophthalmology*, Bd. 120(9), Nr. Sep, pp. 1809-13, 2013.
- [103] D. Park, K. Choi, H. Sun und S. Lee, „FACTORS ASSOCIATED WITH VISUAL OUTCOME AFTER MACULA-OFF RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT SURGERY,“ *Retina*, Bd. 38(1), Nr. Jan, pp. 137-147, 2018.
- [104] M. Shunmugam, G. Ang und N. Lois, „Giant Retinal Tears,“ *Surv Ophthalmol*, Bd. 59(2), Nr. Mar-Apr, pp. 192-216, 2014.
- [105] A. Burk und R. Burk, Checkliste Augenheilkunde, Stuttgart: Thieme Verlag, 2014, p. 280.
- [106] Unbekannter Autor, *Schema zur Erstellung von Funduszeichnung prä- und postoperativ*, aus einem Fundus von Hilfsmitteln zur Op-Dokumentation an der Universitätsaugenklinik Regensburg.
- [107] G. M. Knebel, „Blinden- und Sehbehindertenverein Südbaden e.V.,“ [Online]. Available: <https://www.bsvsb.org/index.php/definition-sehbehindert.html>. [Zugriff am 06 11 2018].
- [108] B. Brockerhoff, „Verband Deutscher Betriebs- und Werksärzte e. V.,“ [Online]. Available: <https://www.vdbw.de/Aktuell-Detailansicht.27+M5b73eb6ea12.0.html>. [Zugriff am 06 11 2018].
- [109] A. Kontos, J. Tee, A. Stuart, Z. Salchi und T. Williamson, „Duration of intraocular gases following vitreoretinal surgery,“ *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.*, pp. 255(2):231-236., Feb 2017.
- [110] E. van Bussel, R. van der Valk, W. Bijlsma WR und E. La Heij, „Impact of duration of macula-off retinal detachment on visual outcome: a systematic review and meta-analysis of literature,“ *Retina*, pp. 34(10):1917-25, Oct 2014.
- [111] H. Heimann, N. Bornfeld, C. Weiss, R.-D. Hilgers, M. H. Foerster und K. U. Bartz-Schmidt, „Scleral Buckling versus Primary Vitrectomy in Rhegmatogenous Retinal Detachment,“ *Ophthalmology*, p. 114;2142–2154, 2007.

- [112] A. Jalil, W. Ho, S. Charles, F. Dhawahir-Scala und N. Patton, „Iatrogenic retinal breaks in 20-G versus 23-G pars plana vitrectomy,“ *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, p. 251: 1463–7, 2013.

## **10.0 Danksagung**

Großer Dank gilt Prof. Dr. med. Horst Helbig, Chefarzt der Universitätsaugenklinik Regensburg, für die gute Betreuung, die Überlassung der Patientendaten zur Auswertung und die Möglichkeit zur Promotion an seiner Universitätsaugenklinik.

Weiter gilt Herrn Prof. Dr. med. Helbig großer Dank für die finanzielle Unterstützung beim Anschreiben der Patienten sowie für die Kostenübernahme der Frankierung der Rückantwort-Umschläge der Patienten mit deren Schweigepflichtentbindungen.

Ebenfalls gilt Herrn PD Dr. med. Wolfgang Herrmann, Chefarzt der Augenklinik der Barmherzigen Brüder Regensburg, und Herrn Dr. med. David Märker, Oberarzt an der Universitätsaugenklinik Regensburg, für die hervorragende Betreuung während der Erstellung dieser Arbeit ein großes Dankeschön.

Weiter möchte ich mich herzlich bei Frau Dr. med. dent. Verena Schneider für die beispielhafte Zusammenarbeit bei der Auswertung der Patientenakten und Erhebung der noch fehlenden Patientendaten bedanken.

Nicht zuletzt gilt auch Frau Dr. (cs) Magda Rau, Chefärztin der Augenklinik Cham und Inhaberin der Privatklinik Dr. Rau in Cham sowie des Ogni Centrum Dr. Rau in Prag, Tschechien, große Dankbarkeit. Sie hat mein Interesse zur Medizin bestärkt und mich in meinem Bestreben, Arzt zu werden, stets unterstützt. Ihre Begeisterung zur Medizin und zur Augenheilkunde waren die Grundlage dafür, mich der Medizin zu widmen und auf dem Gebiet der Ophthalmologie zu promovieren

### **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Furth im Wald, 05.08.2020

(Michael Igl)