

**Diplomarbeit**

**Entwicklung der Versorgung von Netzhautabhebungen  
an der Univ.-Augenklinik Graz zwischen 2010 und 2019**

eingereicht von  
**Markus Karner**

zur Erlangung des akademischen Grades  
**Doktor der gesamten Heilkunde  
(Dr. med. univ.)**

an der  
**Medizinischen Universität Graz**

ausgeführt an der  
**Universitäts-Augenklinik Graz**

unter der Anleitung von  
Priv.-Doz. Dr. med. univ. Domagoj Ivastinovic, MBA  
und Priv.-Doz. Dr. med. univ. Maximilian Gabriel, PhD

Graz, 07.06.2023

*Eidesstattliche Erklärung*

*Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.*

*Graz, 07.06.2023*

*Markus Karner eh.*

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei meinen beiden Betreuern Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastic und Priv. Doz. Dr. Maximilian Gabriel herzlichst bedanken. Sie beantworteten meine Fragen stets kompetent und zögerten nie, mir mit guten Ratschlägen zur Seite zu stehen. Ich bin sehr dankbar für ihre Expertise.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Familie bedanken. Sie haben mich stets in fordernden Zeiten der Diplomarbeitbearbeitung unterstützt.

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abstract auf Deutsch	6
Abstract in English	7
<b>1 Einleitung</b>	<b>8</b>
<b>1.1 Anatomie und Physiologie des Auges</b>	<b>8</b>
1.1.1 Retina	9
<b>1.2 Ablatio retinae</b>	<b>10</b>
1.2.1 Rhegmatogene Ablatio retinae	10
<b>1.3 Therapie der Ablatio retinae</b>	<b>13</b>
1.3.1 Skleraeindellung mittels Plombe oder Cerclage	13
1.3.2 Pars plana Vitrektomie	17
1.3.3 Indikation der eindellenden Verfahren sowie der Pars plana Vitrektomie	20
<b>1.4 Ziel dieser Arbeit</b>	<b>21</b>
<b>2 Methoden</b>	<b>22</b>
2.1 Studiendesign	22
2.2 Studienplan	22
2.3 Statistische Analyse	23
<b>3 Ergebnisse</b>	<b>24</b>
3.1 Studienkollektiv	24
3.2 Absolute Häufigkeiten der Ablatio Operationen pro Jahr	24
3.3 Reablatiorate pro Jahr	26
3.4 Durchschnittsalter der Patient*innen	27
3.5 Phake, pseudophake und aphake Patient*innen	28

<b>4 Diskussion</b>	<b>29</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>34</b>

## Abbildungsverzeichnis

<i>Abbildung 1:</i> Anatomie des Auges (erworben und zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic).....	8
<i>Abbildung 2:</i> Intraoperativ: Einnähen der Plombe bei einem eindellenden Verfahren: Die vier M. recti sind umschlungen, um Bulbusbewegungen durchzuführen (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic).....	15
<i>Abbildung 3:</i> Postoperativer Befund nach eindellender Operation: Man sieht die Plombeneindellung sowie den verschlossenen Netzhautriss. Die Netzhaut liegt an. (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic) .....	15
<i>Abbildung 4:</i> Ablatio retinae vor Pars Plana Vitrektomie (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic) .....	18
<i>Abbildung 5:</i> Pars Plana Vitrektomie (intraoperativ) bei Ablatio retinae: Vitrektom entfernt Glaskörper; der weiße Pfeil zeigt den Netzhautriss (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic) .....	19
<i>Abbildung 6:</i> Absolute Häufigkeiten der Ablatio OPs von 2010 bis 2019.....	24
<i>Abbildung 7:</i> kombinierte Verfahren pro Jahr (2010-2019).....	25
<i>Abbildung 8:</i> Reablitorate (in %) pro Jahr (2010-2019).....	26
<i>Abbildung 9:</i> Durchschnittsalter aller Patient*innen pro Jahr (2010 bis 2019).....	27
<i>Abbildung 10:</i> Anteil (in %) der Operationen von phaken, pseudophaken und aphaken Patient*innen in Bezug zu allen durchgeführten Operationen (2010-2019).....	28

## **Tabellenverzeichnis**

<i><b>Tabelle 1:</b></i> Test auf Lineare Regression bei den absoluten Häufigkeiten beider Methoden	25
<i><b>Tabelle 2:</b></i> Chi-Quadrat Test Re-OP 2010-2019 .....	26
<i><b>Tabelle 3:</b></i> Durchschnittsalter ( $\pm$ Standardabweichung) aller Patient*innen pro Jahr (2010-2019).....	27

## **Abstract auf Deutsch**

### **Hintergrund:**

Ablationes retinae können mit eindellenden Verfahren oder Vitrektomien versorgt werden. Ziel dieser Arbeit ist die Erhebung des zahlenmäßigen Anteils beider Operationsmethoden an der Gesamtzahl der versorgten Ablationes retinae an der Universitäts-Augenklinik Graz in den Jahren 2010 bis 2019.

### **Methoden:**

Alle Patient\*innendaten wurden retrospektiv aus einer internen Datenbank der Universitäts-Augenklinik Graz erhoben und in eine Excel-Liste übertragen. Hauptzielparameter war der prozentuelle Anteil beider Verfahren an allen operativ versorgten Ablationes retinae im Beobachtungszeitraum. Nebenzielparameter waren die Reablatiorate beider Verfahren im Zeitverlauf sowie der Anteil beider Verfahren bei phaken und pseudophaken Patient\*innen mit Ablationes retinae.

### **Ergebnisse:**

In den ersten drei Jahren des Beobachtungszeitraumes (2010-2012) betrug der Anteil von Vitrektomien an allen Operationen im Durchschnitt 53,4%. Dieser Anteil erhöhte sich auf 92,2% in den letzten drei Jahren des Beobachtungszeitraumes (2017-2019). Es besteht ein klarer Trend zur Zunahme der Vitrektomie ( $p < 0,001$ , Jonckheere-Terpstra). Es zeigte sich eine höhere Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren im gesamten Zeitraum 2010-2019 (eindellende Verfahren (15,7%), Vitrektomien (9,9%);  $p = 0,001$ , Chi-Quadrat Test). Der Anteil der pseudophaken Patient\*innen erhöhte sich während des Beobachtungszeitraumes von 37,7% auf 42,6%.

### **Schlussfolgerungen:**

Es lässt sich anhand unserer Daten ein eindeutiger Trend zur operativen Versorgung mittels Vitrektomien feststellen ( $p < 0,001$ ). Unsere Daten zeigen, dass die Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren im gesamten Beobachtungszeitraum im Durchschnitt höher als bei den Vitrektomien ist ( $p = 0,001$ ).

## **Abstract in English**

### **Background:**

Retinal detachments can be treated with buckling surgery or vitrectomy. The aim of this work is to survey the numerical proportion of both surgical methods in the total number of retinal detachments treated at the Department of Ophthalmology, Medical University Graz from 2010 to 2019.

### **Methods:**

All patient data were collected retrospectively from an internal database of the Department of Ophthalmology, Medical University Graz and transferred to an Excel list. Main outcome parameter was the percentage of both procedures in all surgically treated retinal detachments during the observation period. Secondary outcome parameters were the redetachment rate of both procedures over time and the proportion of both procedures in phakic and pseudophakic patients with retinal detachments.

### **Results:**

During the first three years of the observation period (2010-2012), vitrectomies accounted for an average of 53.4% of all surgeries. This percentage increased to 92.2% in the last three years of the observation period (2017-2019). There is a clear trend towards an increase in the number of vitrectomies ( $p < 0.001$ , Jonckheere-Terpstra).

There was a higher redetachment rate for buckling surgeries throughout the period 2010-2019 (buckling surgeries (15.7%), vitrectomies (9.9%);  $p = 0.001$ , Chi-square test). The percentage of pseudophakic patients increased from 37.7% to 42.6% during the observation period.

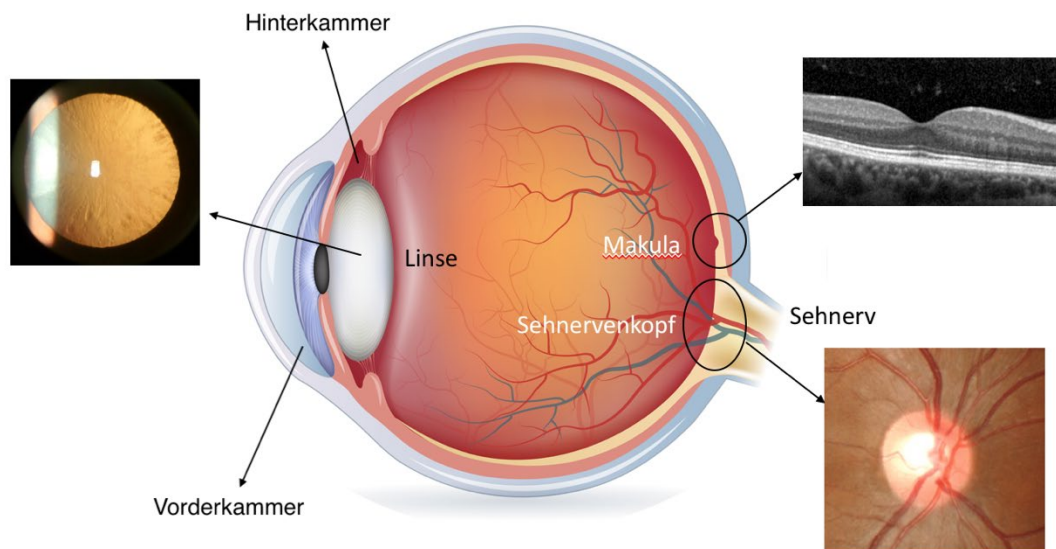
### **Conclusions:**

A clear trend towards surgical care using vitrectomies can be established based on our data ( $p < 0.001$ ). Our data show that the redetachment rate for buckling surgeries is on average higher than for vitrectomies during the whole observation period ( $p = 0.001$ ).

# 1 Einleitung

## 1.1 Anatomie und Physiologie des Auges

Das Auge kann in einen vorderen und hinteren Augenabschnitt eingeteilt werden. Beim vorderen Augenabschnitt wird die Konjunktiva, Sklera, Kornea, Iris, Linse, Corpus ciliare und Vorder- bzw. Hinterkammer miteingeschlossen (Abb. 1). Das Corpus vitreum, die Chorioidea und die Retina mit der Sehnervenpapille bilden den hinteren Augenabschnitt (1).



*Abbildung 1: Anatomie des Auges (erworben und zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic)*

Die Sehleistung hängt hauptsächlich von der Lichtdurchlässigkeit der Linse, der Konfiguration der Makula und der Intaktheit des Sehnervenkopfes ab (Abb. 1).

Die Linsenkapsel ist durch die Zonulafasern mit dem Corpus ciliare verbunden. Durch diese Vorrichtung kann die Linse an die Lichtverhältnisse angepasst werden. Die Linse hat je nach Akkommodationszustand einen Anteil von zehn bis 20 Dioptrien an der Gesamtbrechkraft (2).

Die Vorderkammer wird von der Rückseite der Hornhaut, der Vorderfläche der Regenbogenhaut, dem Kammerwinkel und der Linsenvorderseite gebildet. Die Hinterkammer wird durch die Rückseite der Regenbogenhaut, den Zonulaapparat, den Ziliarfortsätzen, den Sulcus ciliaris, der Linsenrückseite sowie der Vorderfläche des peripheren Glaskörpers gebildet (3).

Die „Hülle“ des Auges besteht aus der Sklera (Lederhaut), welche einen derben bindegewebe-artigen Charakter aufweist, sowie der Kornea (Hornhaut). Die Uvea (Tunica vasculosa) setzt sich aus Chorioidea (Aderhaut), Iris (Regenbogenhaut) und Corpus ciliare (Ziliarkörper) zusammen (1). Im Inneren des Augapfels befindet sich der Glaskörper (Corpus vitreum) (4). Die Konjunktiva (Bindehaut), die Palpebrae (Lider) und die Tränenorgane werden als Anhangsgebilde des Augapfels bezeichnet (1).

### **1.1.1 Retina**

Die Retina wird in einen lichtempfindlichen Teil (Pars optica retinae) und einen lichtunempfindlichen Teil (Pars caeca retinae) gegliedert. Den Übergang dieser beiden Schichten nennt man Ora serrata (5). Die Retina besteht im Zentrum vorwiegend aus Zapfen, welche wichtig sind, um Farben zu erkennen. Im peripheren Bereich findet man zum Großteil Stäbchen, welche für das Sehen in der Dämmerung bzw. in der Nacht verantwortlich sind. Diese beiden Arten von Rezeptoren liegen in der äußeren Körnerschicht (6). In der Mitte der Netzhaut findet sich ein querovaler Bereich, welcher als Makula bzw. gelber Fleck bezeichnet wird. In dessen Mitte befindet sich die Fovea centralis retinae, an diesem Ort besteht die Stelle des schärfsten Sehens. Hier finden sich keine Gefäße und sie liegt temporal und inferior der Papille. Die Zapfen in der Fovea sind alle einzeln innerviert (5).

Nachdem das Licht die Rezeptoren erreicht hat, kommt es zu einer Hyperpolarisation der Rezeptormembran. Über die Bipolarzellen, Horizontalzellen und amakrinen Zellen gelangt das Signal, also die Potentialänderung, zu den retinalen Ganglienzellen. An diesen retinalen Ganglienzellen entstehen daraufhin modulierte Aktionspotentiale, welche über Axone weitergeleitet werden. Diese Axone ziehen zur Papille, wo sie sich zum N. opticus

vereinigen. An dieser Stelle entsteht somit der blinde Fleck, da hier keine Fotorezeptoren vorhanden sind (6).

## **1.2 Ablatio retinae**

Es bestehen grundsätzlich keine anatomischen Verbindungen zwischen der neurosensorischen Retina und dem retinalen Pigmentepithel. Die aktive und passive Kraft des choroidalen onkotischen Drucks sowie die retinale Pigmentepithel-Pumpe erzeugen zwischen ihnen einen schwachen Druckgradienten, der die beiden örtlich fixiert. Zu den Adhäsionskräften tragen zusätzlich die interphotorezeptorische Matrix und die Mikrovilli des retinalen Pigmentepithels bei (7). Bei einer Ablatio retinae kommt es zu einer Abhebung des neurosensorischen Teils der Netzhaut vom retinalen Pigmentepithel (8). Bei jeder Ablatio retinae besteht zwischen diesen beiden Schichten per Definition eine subretinale Flüssigkeitsansammlung (7).

Es gibt verschiedene Ursachen einer Ablatio retinae. Die häufigste primäre Form ist die rhegmatogene Ablatio, also die rissbedingte Ablatio. Bei dieser Form entsteht die Ablatio aufgrund eines Risses in der Retina. Zudem zeigt sich die traktive Ablatio. Bei dieser Form üben Glaskörperstränge einen Zug auf die Retina aus (8). Die traktive Ablatio kann sich als Komplikation aus einer proliferativen diabetischen Retinopathie heraus entwickeln (9). Eine weitere Form ist die exsudative Ablatio, bei welcher Blut, Fett oder seröse Flüssigkeit in den Raum zwischen neurosensorischer Netzhaut und Pigmentepithel eindringt (8). Diese Form der Ablatio retinae kann bei Morbus Coats entstehen, da es hier zu einer Exsudation von Lipiden kommt (10, 11). Eine Ablatio retinae kann auch durch einen Tumor bedingt sein. Der Tumor selbst kann die Netzhaut abheben oder es kommt zu einer Abhebung aufgrund des Transsudats aus den Tumorgefäßen (8).

### **1.2.1 Rhegmatogene Ablatio retinae**

Bei der rhegmatogenen Ablatio retinae (engl. RRD - rhegmatogenous retinal detachment) sind ein verflüssigter Glaskörper, Zugkräfte und ein Netzhautriss Voraussetzung. Die Zugkräfte erzeugen einen Riss bzw. können diesen offenhalten. Durch den Riss kann

Flüssigkeit in den subretinalen Raum gelangen (7). Wenn ein Netzhautriss entsteht, muss daraus nicht zwangsläufig eine Ablatio retinae resultieren. Die ausschlaggebenden Faktoren sind die vitreoretinale Traktion und der verflüssigte Glaskörper (12). Am häufigsten entstehen rhegmatogene Ablationes retinae durch Netzhautrisse, die durch die hintere Glaskörperabhebung verursacht wurden (13). An den Stellen, wo der Glaskörper noch peripher angeheftet ist, entsteht ein mechanischer Zug an der Netzhaut (14). Die hintere Glaskörperabhebung tritt mit zunehmenden Alter auf und wird durch eine Verflüssigung des Glaskörpers verursacht (15). Die Symptome der Ablatio retinae sind typischerweise ein plötzliches Erscheinen von Flecken im Gesichtsfeld, verschwommenem Sehen, Lichtblitze oder ein vorhangähnlicher Schatten im Gesichtsfeld. Die Inzidenz dieser Erkrankung liegt bei einer von 10000 Personen pro Jahr (16). Die rhegmatogene Ablatio retinae hat ihren Altersgipfel zwischen dem 5. und 7. Lebensjahrzehnt (8).

Ein höheres Risiko für eine rhegmatogene Ablatio retinae besteht bei Menschen, die bereits Gitterdegenerationen der Netzhaut aufweisen. Hier kommt es nämlich zu einer abnormalen vitreoretinalen Adhäsion, die im Falle einer hinteren Glaskörperabhebung eine Ablatio retinae begünstigt. Auch ohne hinterer Glaskörperabhebung kann es zu einer Ablatio retinae kommen, beispielsweise bei Menschen mit bereits vorbestehenden Netzhautläsionen. Diese Läsionen, wie Netzhautdialysen, atrophische Netzhautlöcher und Gitterdegenerationen, können idiopathisch oder traumatisch bedingt sein (17, 18). Auch bei kurzsichtigen Patient\*innen mit über drei Dioptrien erhöht sich das Risiko auf das Zehnfache (18). Das Risiko ist auch hinsichtlich des Geschlechts und der ethnischen Herkunft unterschiedlich hoch. Männer, kaukasische und asiatische Bevölkerungsgruppen weisen ein erhöhtes Risiko auf (19, 20).

Auch nach einer Kataraktoperation ist das Risiko einer Ablatio retinae erhöht. Innerhalb eines Jahres nach einer Kataraktoperation erleiden nämlich 0,5-1,5% der Menschen eine Ablatio retinae. Insgesamt sind bei den Ablationes 30-40% der Patient\*innen pseudophak (21-24). Mehrere andere Faktoren verursachen ein erhöhtes Risiko für eine Ablatio retinae bei pseudophaken Patient\*innen, nämlich zunehmende Achsenlänge, jüngeres Alter und männliches Geschlecht (20).

Zudem besteht generell ein erhöhtes Risiko bei Patient\*innen mit Ablatio retinae, dass auch am zweiten Auge eine Ablatio entsteht (25).

Die Ablatio retinae wird mittels der stereoskopischen Fundusuntersuchung in Mydriasis diagnostiziert (8). Der zentrale Aspekt liegt beim Erkennen bzw. beim Suchen von Netzhautrissen. Vor mehr als 40 Jahren wurden die „Lincoff-Regeln“ eingeführt. Diese dienen zur Identifizierung des primären bzw. ursächlichen Netzhautbruchs. Laut den „Lincoff-Regeln“ liegt der ursächliche Riss bei superior temporalen oder nasalen Ablationes retinae in 98% der Fälle innerhalb 1,5 Stunden von der höchsten Grenze der Ablatio entfernt. Bei totalen oder superioren Ablationes, die den 12 Uhr Meridian überschreiten, ist der primäre Riss in 93% der Fälle bei 12 Uhr bzw. innerhalb 1,5 Stunden von dort auffindbar. Des Weiteren besagen die „Lincoff-Regeln“, dass bei inferioren Ablationes retinae der Netzhautriss zu 95% auf der Seite liegt, wo die Ablatio weiter nach oben reicht. Zudem resultiert eine symmetrische bullöse inferiore Ablatio retinae meist aus einem kleinen Loch nahe bei 12 Uhr (26, 27).

Außerdem wurden von David Wong auf der Tagung der British and Eire Association of Vitreoretinal Surgeons 2018 sechs neue Regeln für rhegmatogene Ablationes retinae vorgestellt, die diesen „Lincoff-Regeln“ allerdings nicht folgen. In der ersten Regel beschrieb er, dass ein Netzhautriss im oberen temporalen Quadranten durch die subretinale Flüssigkeit zu einer subtotalen Ablatio retinae führen würde. Sie wäre auf der temporalen Seite höher und inferior wäre sie bullös. In der zweiten Regel postulierte er, dass ein Netzhautriss im oberen temporalen Quadranten auch zu einer akuten bullösen superioren Ablatio retinae führen könnte, welche den hinteren Pol und die Makula überschreitet. Die Stellen an der abgelösten Netzhaut, wo die Retina dünn ist, würden auf den Netzhautriss hindeuten (Regel 3). Wenn eine Fundus-verdeckende Glaskörperblutung diagnostiziert wird, sollten auch multiple Netzhautbrüche vermutet werden (Regel 4). In der vorletzten Regel wird festgelegt, dass bei einer Ablatio retinae, welche die hintere Retina betrifft (nach unten und außen begrenzt ist), sich der primäre Riss wahrscheinlich am hinteren Pol befinden sollte. Bei inferioren bullösen Ablationes sollten die Netzhautrisse an der konkaven Seite zu finden sein, was durch das Rollen des\*der Patient\*in bestätigt werden kann (27).

Differentialdiagnostisch kann die altersabhängige Retinoschisis erwähnt werden, auf die geachtet werden sollte. Auch bei dieser kann es selten zu einer Ablatio retinae kommen (8).

### **1.3 Therapie der Ablatio retinae**

Die Versorgung einer Ablatio retinae kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Einerseits können Netzhautlöcher, die eine geringe zirkuläre Ablatio aufweisen, mittels Laser versorgt werden. Die Netzhaut rund um das Loch wird damit angeheftet und somit eine weitere Ablösung verhindert (8). Andererseits gibt es neben den eindellenden Verfahren (Plombe, Cerclage) und der Pars Plana Vitrektomie, auf welche in den nächsten Kapiteln genauer eingegangen wird, die pneumatische Retinopexie. Bei der pneumatischen Retinopexie wird eine intravitreale Injektion durchgeführt, bei der eine sich ausdehnende Gasblase als Tamponade verwendet wird. Diese Tamponade soll die Netzhaut zur Wiederanlegung bringen. Im Unterschied zur Pars plana Vitrektomie wird hier der Glaskörper nicht entfernt (16). Dieses Verfahren wird mit einer Laserphotokoagulation oder Kryopexie kombiniert. Voraussetzung für die Anwendung dieses Verfahrens sind gewisse präoperative Merkmale. Diese präoperativen Kriterien sind unkomplizierte Ablatio retinae mit Netzhautrissen im oberen Bereich oder mehreren Rissen im oberen Bereich (auf einen Sektor beschränkt) sowie ein klarer Glaskörper (28, 29). Die pneumatische Retinopexie erzielt bei der primären Reparatur einer Ablatio retinae in etwa 75% der Fälle ein erfolgreiches anatomisches Ergebnis (30).

#### **1.3.1 Skleraeindellung mittels Plombe oder Cerclage**

Bei der Skleraeindellung wird eine Plombe an der Stelle, wo sich innen der Netzhautriss befindet, von außen auf die Lederhaut aufgenäht bzw. eine Cerclage um das Auge herum angelegt. Durch den Druck, den die Plombe auf den Augapfel punktuell aufbringt bzw. durch die zirkuläre Eindellung der Cerclage, kommt es zur Wiederanlegung der Netzhaut (14).

Jules Gonin entdeckte in den ersten Dekaden des 20. Jahrhunderts, dass die exakte Lokalisierung und Versiegelung des Netzhautbruchs der wichtigste Aspekt für die Wiederanlegung der Netzhaut ist (31-33). In den 1950er Jahren wurde ein Meilenstein in der Behandlung der Ablatio retinae erreicht. Custodis E. entwickelte ein Polyviol-Explantat, welches zum Eindellen der Sklera verwendet wurde (34, 35). Schepens führte

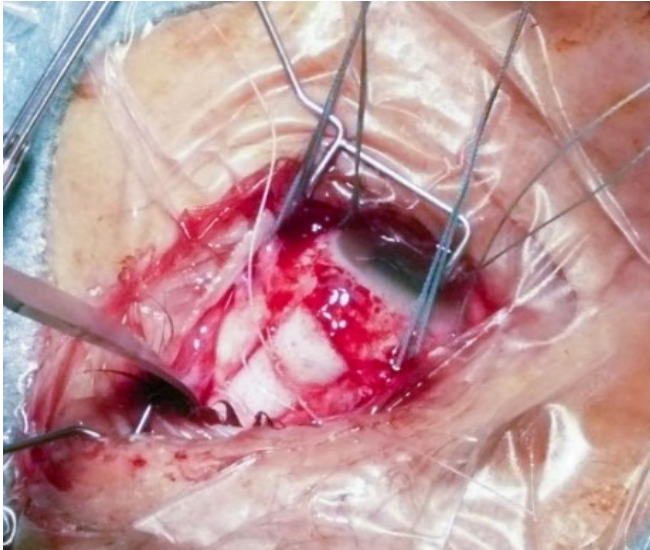
die skleraeindellende Operation mit einem umlaufenden Polyethylen-Schlauch ein (36).

Die Skleraeindellung wird mit einer 360°-Bindehautperitomie begonnen (37). Danach werden die vier M. recti aufgesucht und mittels Zügelnähten fixiert, wobei besonders auf die Intakthaltung der Muskeln geachtet werden muss, da dies sonst zu einer mechanisch bedingten Diplopie führen könnte (38). Es wird die binokulare indirekte Ophthalmoskopie verwendet, um Netzhautbrüche aufzufinden (37). Zudem sollte die Sklera untersucht werden, ob Skleromalazien vorhanden sind (38). Bei Skleromalazien wird die Sklera immer dünner und es kommt zum bläulichen Durchscheinen der Uvea. Dies kann aufgrund einer nekrotisierenden Skleritis anterior auftreten (39, 40).

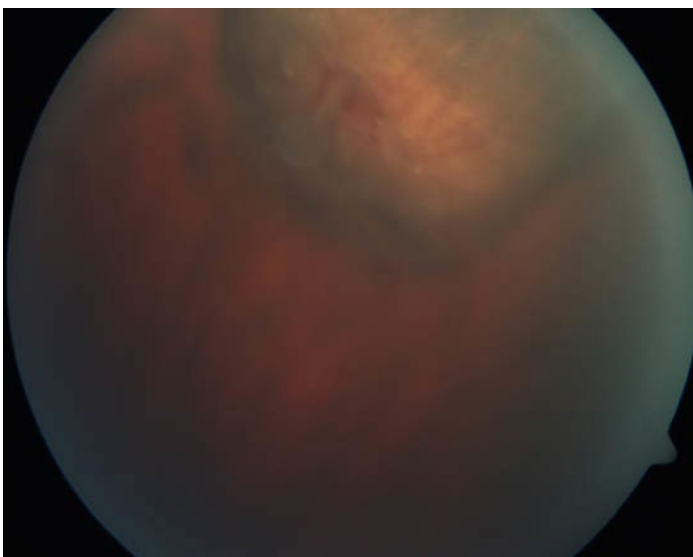
Die Sklera wird mit einem scharfen Instrument an jener Stelle markiert, an welcher sich die meiste subretinale Flüssigkeit befindet (37). Dies ist ein äußerst wichtiger Schritt und ein Hauptfaktor, ob die Intervention erfolgreich sein wird. Bei jedem einzelnen Riss, der identifiziert wird, muss eine Retinopexie durchgeführt werden (38).

Es gibt verschiedene Methoden, um die Sklera einzudellen und die Ablatio retinae zu beheben. Je nach Ausmaß und Anzahl der Netzhautrisse kann eine einzige Plombe oder eine Cerclage verwendet werden. Einzelne Risse werden meist mit einer Plombe behandelt. Netzhautdialysen und atrophische Netzhautlöcher werden mit einer Cerclage versorgt (38).

Eine korrekte Nahtsetzung ist von größter Relevanz. Die Breite der Matratzennaht muss an die Plombe bzw. an die Größe des Risses angepasst werden, um einen Verschluss zu gewährleisten. Die Plombe muss im Durchmesser so groß sein, dass sie beide Spitzen des Hufeisenrisses bedeckt. Die Matratzennaht muss breiter sein als der Durchmesser der Plombe. Dies ist wichtig, um einen guten eindellenden Effekt zu erreichen (38).



*Abbildung 2: Intraoperativ: Einnähen der Plombe bei einem eindellenden Verfahren: Die vier M. recti sind umschlungen, um Bulbusbewegungen durchzuführen (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic)*



*Abbildung 3: Postoperativer Befund nach eindellender Operation: Man sieht die Plombeneindellung sowie den verschlossenen Netzhautriss. Die Netzhaut liegt an. (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic)*

Bei den Komplikationen der Skleraeindellung unterscheidet man zwischen intraoperativen und postoperativen Komplikationen (35). Intraoperativ kann es selten zu Lokalanästhesie-assoziierten Komplikationen (peribulbär oder retrobulbär) kommen. Dazu zählen Penetration oder Perforation des Augapfels, retrobulbäre Blutungen, Diplopie durch Muskelverletzungen, Optikusneuropathie und Atemstillstand durch Inokulation der Durahülle mit anschließender Hirnstammanästhesie (41, 42). Das größte Potential für

Komplikationen birgt das Drainieren der subretinalen Flüssigkeit. Dieser Schritt ist generell umstritten, da das anatomische und funktionelle Ergebnis nicht verbessert wird (35, 43). Die Komplikationen bei der Drainage können Aderhaut-/Subretinal-/Retinablutungen, Glaskörper-/Retinaeinklemmung, Einklemmung von Netzhautrissen, Netzhautperforation und Hypotonie sein (35). Als Komplikation tritt eine Aderhautablösung in 23-44% der Fälle auf (44, 45). Diese Komplikation tritt meistens in den ersten Tagen postoperativ auf. Allerdings kann sie auch intraoperativ bzw. unmittelbar nach der Operation vorkommen (46). In 5% der Fälle kommt es zu einer Skleraruptur (47). Weitere intraoperative Komplikationen sind Skleraperforation, okuläre Hypotonie (aufgrund einer Perforation) sowie subretinale und intravitreale Blutungen (35).

Zudem gibt es einige postoperative Komplikationen wie refraktive Veränderungen mit oder ohne Astigmatismus. Es kann zu Infektionen sowie zu Extrusion und Intrusion der Plombe kommen. Weitere postoperative Komplikationen sind anteriore bzw. posteriore Segmentischämie, Diplopie, Katarakt, persistierende subretinale Flüssigkeit, makuläres Ödem und makuläre epiretinale Membranbildung (35).

Variablen wie der Linsenstatus und die Merkmale der Ablatio retinae beeinflussen das anatomische Ergebnis nach einem eindellenden Verfahren (35). In der SPR-Studie betrug der primäre anatomische Erfolg bei phaken Augen mit einer Ablatio retinae mittlerer Komplexität 63,6% (48). Der endgültige anatomische Erfolg lag bei 96,7%. Bei pseudophaken Augen mit Ablatio retinae mittlerer Komplexität lag der primäre anatomische Erfolg bei 53,4% und der endgültige anatomische Erfolg bei 93,2%.

In der EVRS-Studie wurde die Gesamtversagensquote nach eindellender Operation bei unkomplizierter Ablatio retinae mit 15,2% bzw. 24,8% bei phaken und pseudophaken Augen angegeben (49).

Die endgültige Sehschärfe ist mit anderen chirurgischen Methoden zumindest vergleichbar (50). In der SPR-Studie erreichten phake Patient\*innen nach eindellendem Verfahren ein besseres visuelles Ergebnis (als phake Patient\*innen nach Vitrektomie) aufgrund einer geringeren postoperativen Kataraktentwicklung (48). Bei den pseudophaken Patient\*innen ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Methoden.

### 1.3.2 Pars plana Vitrektomie

Bei dieser chirurgischen Methode wird der Glaskörper entfernt, um dessen Zugkraft auf die Netzhaut zu eliminieren. Dies ermöglicht somit die Wiederanheftung der Netzhaut (16). Die Pars plana Vitrektomie wird nicht nur für die Korrektur einer Ablatio retinae verwendet, sondern auch für andere Indikationen, wie zum Beispiel für die Behandlung einer epiretinalen Gliose (51).

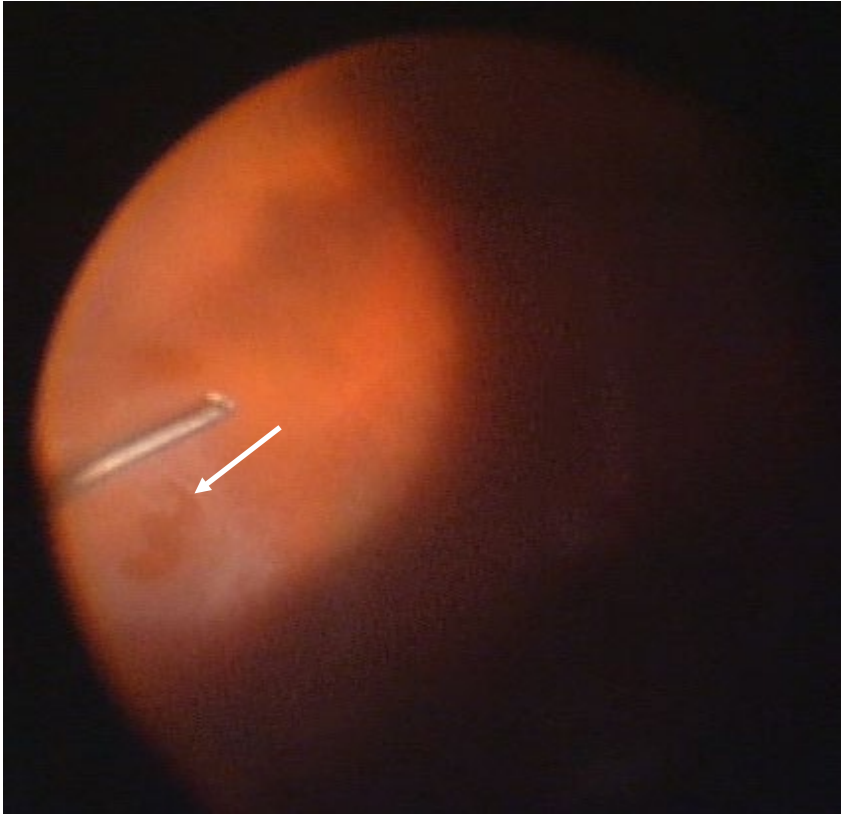
In den 1970er Jahren wurde die geschlossene 17-Gauge-Vitrektomie von Machemer et al. eingeführt (52). Schrittweise wurde die Methode verbessert und man konnte sie schließlich bei der Reparatur einer Ablatio retinae anwenden (53, 54). 1981 wurde die Flüssigkeits/Luftaustauschtechnik eingeführt und dies machte eine vollständige Wiederanlegung der Retina während der Operation möglich (55). 1975 wurde die 20-Gauge-Vitrektomie implementiert und somit wurde die Vitrektomie im Verlauf zu einer beliebten chirurgischen Methode, um eine Ablatio retinae zu korrigieren (48, 56-58). Zahlreiche Studien in den 2000er Jahren belegten den Nutzen der Pars plana Vitrektomie für die chirurgische Versorgung der Ablatio retinae (16, 59-62). In den Jahren 2002 und 2005 wurden die Verfahren der 25-Gauge und 23-Gauge-Vitrektomie eingeführt (63, 64). Im Jahr 2010 wurde die 27-Gauge-Vitrektomie eingeführt (65, 66).

Bei jeder Pars plana Vitrektomie werden drei sklerale Ports benötigt. Ein Port wird für die Infusion verwendet und in den zwei anderen Ports wird der Lichtleiter und der Glaskörperschneider eingeführt. Diese Ports werden 3,5-4mm hinter dem Limbus in der Pars Plana angelegt (16, 51). In diesem Bereich kommt es zu keiner Schädigung der Netzhaut. Die Sklerotomien werden mit einem Trokar durchgeführt. Der Port für die Infusionskanüle wird benötigt, um den Augeninnendruck während des Saug-Schneidevorgangs konstant zu halten. Der\*die Operateur\*in sieht seine Instrumente durch die Pupille und kann sehr genaue Manipulationen durchführen. Der Augenhintergrund wird mittels einer Lupe, die dem Prinzip der indirekten Ophthalmoskopie folgt, dargestellt. Diese Lupe ist mit dem Operationsmikroskop gekoppelt und eine Umkehroptik wird zur Aufrichtung des Bildes verwendet. Mit diesem System sind 6- bis 25-fache Vergrößerungen möglich (51). Der Glaskörper wird nun mit dem Hochgeschwindigkeitsschneider durchtrennt und abgesaugt. Es wird eine Salzlösung

infundiert, um das verlorene Glaskörpervolumen zu ersetzen. Nachdem der Glaskörper vollständig entfernt wurde, wird Luft eingefüllt und gleichzeitig die subretinale Flüssigkeit durch den Riss abgesaugt (16). Zudem wird eine Laserphotokoagulation oder eine Kryopexie um den Riss herum durchgeführt und abschließend ein expandierendes Gas oder Silikonöl infundiert. Dies dient zur Tamponierung der Netzhaut (16, 67). Es gibt verschiedene expandierende Gase wie SF<sub>6</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> oder C<sub>3</sub>F<sub>8</sub> (68). Bei dem Gemisch aus Luft und dem Gas Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) muss man den Augeninnendruck postoperativ engmaschig überwachen, da es zu einer verzögerten Resorption aus dem Auge kommt. Dieses Gas expandiert nämlich auch, weil Stickstoff aus dem Blut aufgenommen wird. Es wandert im Auge immer nach oben, deshalb muss man den\*die Patient\*in postoperativ richtig positionieren. Aufgrund dieser Eigenschaft sind Flugreisen postoperativ nicht empfohlen, weil im Flugzeug ein herabgesetzter atmosphärischer Druck herrscht. Hier besteht die Gefahr eines Zentralarterienverschlusses (51).



*Abbildung 4: Ablatio retinae vor Pars Plana Vitrektomie (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic)*



*Abbildung 5: Pars Plana Vitrektomie (intraoperativ) bei Ablatio retinae: Vitrektom entfernt Glaskörper; der weiße Pfeil zeigt den Netzhautriss (zur Verfügung gestellt von Priv.-Doz. Dr. Domagoj Ivastinovic)*

Bei der Pars plana Vitrektomie können verschiedene Komplikationen auftreten, wie zum Beispiel ein iatrogenes Netzhautriss (27). In einer retrospektiven Studie aus dem Jahr 2019 lag die Rate von iatrogenen Netzhautrissen bei 3% (69). Mehrere Monate postoperativ ist die Ausbildung einer nukleären sklerotischen Katarakt möglich, die bei bis zu 50-70% der Patient\*innen vorkommt. Die Entstehung dieser Komplikation hängt stark von dem Alter sowie der verwendeten Tamponade ab (70). Die mediane Dauer einer visuell bemerkbaren Kataraktbildung nach Vitrektomie beträgt ca. acht Monate (71).

Die Berührung der Linse kann als Komplikation während einer Pars plana Vitrektomie vorkommen. Sie ist eine Ursache für eine iatrogene Katarakt. In einer britischen Studie mit 1399 Patient\*innen zeigte sich eine Inzidenz der Linsenberührung von 4% (71).

Eine weitere wichtige Komplikation ist die Erhöhung des intraokularen Drucks nach einer Pars Plana Vitrektomie. Bei einer Vitrektomie mit Gastamponade kann es zu einem deutlichen (meist akuten kurzfristigen) Anstieg des intraokularen Drucks auf  $\geq 30$  mmHg kommen. Dieser Anstieg tritt besonders oft in Kombination mit einem eindellenden Verfahren, gleichzeitiger Lensektomie, Laserphotokoagulation und postoperativer Bildung

fibrinöser Membranen auf (72). In der Silikon-Studie wurden intraokulare Unterschiede nach Vitrektomie mit C3F8-Gas oder Silikonöl verglichen (73). Die Häufigkeit eines erhöhten intraokularen Drucks lag bei den mit Silikonöl behandelten Augen bei 8% und bei den mit C3F8-Gas behandelten Augen bei 2%.

### **1.3.3 Indikation der eindellenden Verfahren sowie der Pars plana Vitrektomie**

Eine Indikation für ein eindellendes Verfahren stellt eine unkomplizierte Ablatio retinae mit nur einem Netzhautriss dar. Für den einzelnen Riss wird meist eine radiäre Plombe verwendet und für benachbarte Lochgruppen eine limbus-parallele Plombe oder auch eine Vitrektomie. Bei sehr weit verstreuten Löchern kann eine Cerclage angewandt werden. In diesem Fall wird heutzutage meist eine Vitrektomie durchgeführt (14).

Bei komplizierten Ablationes retinae ist die Vitrektomie indiziert. Solche komplizierten Verhältnisse findet man zum Beispiel bei epiretinalen Membranen, Glaskörpertraktion und Riesenrissablatio (14).

Die Ergebnisse der SPR-Studie gaben Aufschluss darüber, wann man ein eindellendes Verfahren oder eine Pars plana Vitrektomie bei Ablatio retinae mittlerer Komplexität durchführen sollte (48). Bei der Ablatio retinae mittlerer Komplexität werden folgende Arten umfasst: mit großen Glaskörpertraktionen, große Brüche, mehrere Brüche, zentrale Ausdehnung des Bruchs, superior bullöse sowie eine unterschiedliche anteriore-posteriore Lokalisierung der Brüche. In dieser Studie war eine proliferative Vitreoretinopathie vom Grad B oder C ein Ausschlusskriterium (74). Die Studie zeigte, dass bei phaken Augen die eindellenden Verfahren vorzuziehen sind, da sie zu einem besseren visuellen Ergebnis führen und eine geringere postoperative Kataraktentstehung zeigen. Allerdings gab es keinen Unterschied im anatomischen Erfolg und bei der Entstehung einer postoperativen proliferativen Vitreoretinopathie (35, 48).

Bei pseudophaken Augen sollte man bei mittlerer Komplexität die Vitrektomie bevorzugen, da hier der anatomische Erfolg höher ist. Es gab keinen Unterschied beim visuellen Ergebnis und der Entstehung einer postoperativen proliferativen Vitreoretinopathie (35, 74).

## **1.4 Ziel dieser Arbeit**

Das Ziel dieser Arbeit ist die Analyse der absoluten Häufigkeiten an Ablatio Operationen im Zeitraum von 2010 bis 2019. Diese retrospektive Analyse soll zeigen, ob ein Trend zur Zunahme der Vitrektomie an der Universitäts-Augenklinik Graz vorhanden ist.

Zudem soll festgestellt werden, ob mit einer der beiden Operationsmethoden eine bessere Reablatiorate erreichbar ist.

## **2 Methoden**

### **2.1 Studiendesign**

Bei dieser Studie handelt es sich um eine retrospektive Studie, welche von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz bewilligt wurde. Die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis der Medizinischen Universität Graz und der Deklaration von Helsinki wurden eingehalten.

Bei dieser retrospektiven Studie wurden die Patient\*innendaten aus dem Programm „EyMed“ aus den Jahren 2010 bis 2019 statistisch ausgewertet. Bei diesen Daten handelt es sich ausschließlich um Patient\*innen, bei welchen eine Ablatio retinae operativ saniert wurde.

Jene Daten wurden in einer Excel Tabelle gesammelt angezeigt. In jeder Zeile wird eine durchgeführte Operation dargestellt und in den Spalten werden folgende Parameter zu dem Fall angegeben: Vor- und Nachname des\*der Patient\*in, Geburtsdatum, Nebendiagnose 1-6 (jeweils eine Spalte), Datum der Operation, Angabe ob linkes oder rechtes Auge, Art der Operation, Operation 1-4 (jeweils eine Spalte) und Name des\*der Operateur\*in. Bei den Parametern „Nebendiagnose 1-6“ handelt es sich um alle augenärztlichen Diagnosen des\*der Patient\*in zum Zeitpunkt des Eingriffs. Bei den Parametern „Operation 1-4“ sind alle weiteren Eingriffe angegeben, die im Rahmen der gleichen Operation durchgeführt wurden.

### **2.2 Studienplan**

Die primäre Hypothese dieser Studie war es, dass eine deutliche Zunahme der Vitrektomien und eine gleichzeitige Abnahme der eindellenden Operationen (Plombe, Cerclage) an der Universitäts-Augenklinik Graz zu erwarten ist. Die Hauptzielgröße war der prozentuelle Zuwachs an Vitrektomien über die vergangenen Jahre. Die Nebenzielgrößen stellten die Anteile der einzelnen Operationen für jedes Jahr, die

Reablatiorate, die Häufigkeiten der Operationen bei phaken und pseudophaken Patient\*innen und das Durchschnittsalter aller Patient\*innen dar.

Die verfügbaren Daten wurden pseudonymisiert.

### **2.3 Statistische Analyse**

Bei der Auswertung dieser deskriptiven statistischen Analyse wurde das Programm Microsoft Excel benutzt. Aus dieser Excel-Liste wurden die Häufigkeiten der einzelnen Operationsmethoden quantitativ ausgewertet und die Ergebnisse graphisch dargestellt. Zudem wurde der Prozentsatz dargelegt, bei welchen die Operationen pro Jahr und je Verfahren nicht erfolgreich waren und somit eine erneute chirurgische Intervention nötig wurde. Des Weiteren wurde in den Spalten „Nebendiagnose 1-6“ der Linsenstatus (phak oder pseudophak) erhoben. Außerdem wurde das Durchschnittsalter aller Patient\*innen pro Jahr ermittelt.

Statistische Tests wie Chi-Quadrat Test, Test auf Lineare Regression und Trendtest nach Jonckheere-Terpstra wurden mit dem Programm SPSS durchgeführt.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Studienkollektiv

In diesem Datensatz wurden 1890 Fälle (=Operationen) beschrieben. Das Durchschnittsalter aller Patient\*innen lag bei  $60,2 \pm 14,2$  Jahre. Einige dieser Operationen wurden an denselben Patient\*innen durchgeführt, da bei 66 Patient\*innen (4,1%) beide Augen operiert wurden und bei 165 Patient\*innen (10,2%) es zu einer erneuten Ablatio retinae kam. Nach genauerer Differenzierung dieser Faktoren wurden somit 1681 Augen operiert. Von diesen 165 Reablationes waren 80 am linken Auge und 85 am rechten Auge. Bei 22 Augen (1,3%) wurde mehr als eine erneute Ablatio retinae festgestellt und operativ korrigiert (13 am linken Auge und neun am rechten Auge).

### 3.2 Absolute Häufigkeiten der Ablatio Operationen pro Jahr



Abbildung 6: Absolute Häufigkeiten der Ablatio OPs von 2010 bis 2019

Der Anteil der verwendeten Operationsmethode war abhängig vom Jahr ( $p < 0,001$ , **Chi-Quadrat Test**).

Der Anteil einer Methode über die Jahre folgte einem linearen Trend (Tabelle 1).

Modell	Prädiktor	Koeffizient	95% Konfidenzintervall	p
A Methode =Vitrektomie	Jahre	5,511	3,921 - 7,101	<0,001
	(Konstante)	-11026,9	-14230,31 - (-7823,46)	<0,001
B Methode =Cerclage/Plombe	Jahre	-5,511	-7,101 - (-3,921)	<0,001
	(Konstante)	11126,9	7923,46 - 14330,31	<0,001

Tabelle 1: Test auf Lineare Regression bei den absoluten Häufigkeiten beider Methoden

Die Tabelle 1 zeigt, dass der Anteil an Vitrektomien pro Jahr um 5,51% steigt. Für die Methode Cerclage/Plombe ist es umgekehrt, der Regressionskoeffizient pro Jahr beträgt -5,51%. Beide Trends waren statistisch hochsignifikant ( $p < 0,001$ , **Test auf Lineare Regression**).

Die Daten zeigen, dass es einen Trend zu einer stetigen Zunahme der Vitrektomien und einer stetigen Abnahme der eindellenden Verfahren gibt ( $p < 0,001$ , **Trendtest nach Jonckheere-Terpstra**).

Im gesamten Zeitraum wurde in 43 Fällen ein kombiniertes Verfahren (Vitrektomie + eindellendes Verfahren) angewandt.

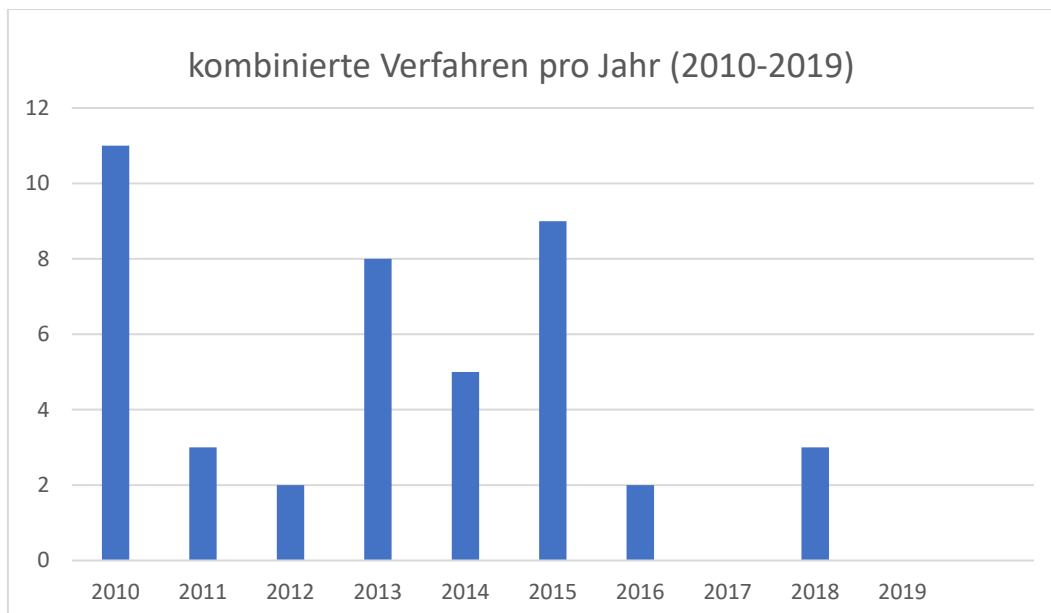


Abbildung 7: kombinierte Verfahren pro Jahr (2010-2019)

Es zeigte sich insgesamt ein deutlicher Rückgang von kombinierten Verfahren (Abb. 7).

### 3.3 Reablatiorate pro Jahr

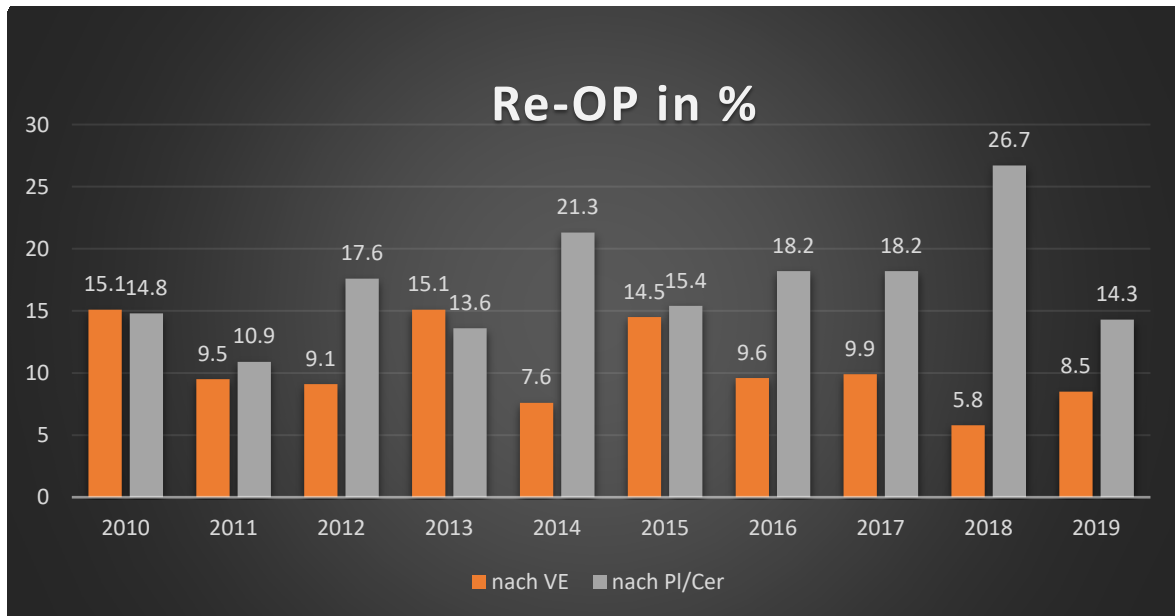


Abbildung 8: Reablatiorate (in %) pro Jahr (2010-2019)

Es bestand kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Jahr und der Operationsmethode bezüglich der Reablatiorate ( $p=0,111$ , **Chi-Quadrat Test**).

	Methode				Insgesamt	
	Vitrektomie		Cerclage			
	Häufigkeit	%	Häufigkeit	%	Häufigkeit	%
Re-OP	141	9,9%	72	15,7%	213	11,3%
keine Re-OP	1286	90,1%	387	84,3%	1673	88,7%
Insgesamt	1427	100%	459	100%	1886	100%

Tabelle 2: Chi-Quadrat Test Re-OP 2010-2019

Im gesamten Zeitraum war die Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren signifikant höher (Tabelle 2). Der Anteil der Reoperationen lag bei den eindellenden Verfahren im gesamten Zeitraum 2010-2019 bei 15,7% und bei den Vitrektomien bei 9,9% ( $p=0,001$ , **Chi-Quadrat Test**).

### 3.4 Durchschnittsalter der Patient\*innen

	Mittleres Alter $\pm$ Standardabweichung
2010	61,2 $\pm$ 14,2
2011	57,7 $\pm$ 15,6
2012	60,4 $\pm$ 14
2013	60,4 $\pm$ 13,8
2014	60,5 $\pm$ 13,9
2015	60,1 $\pm$ 13,5
2016	60,9 $\pm$ 13,3
2017	61 $\pm$ 13,3
2018	60,9 $\pm$ 13,3
2019	61,4 $\pm$ 12,7

Tabella 3: Durchschnittsalter ( $\pm$  Standardabweichung) aller Patient\*innen pro Jahr (2010-2019)

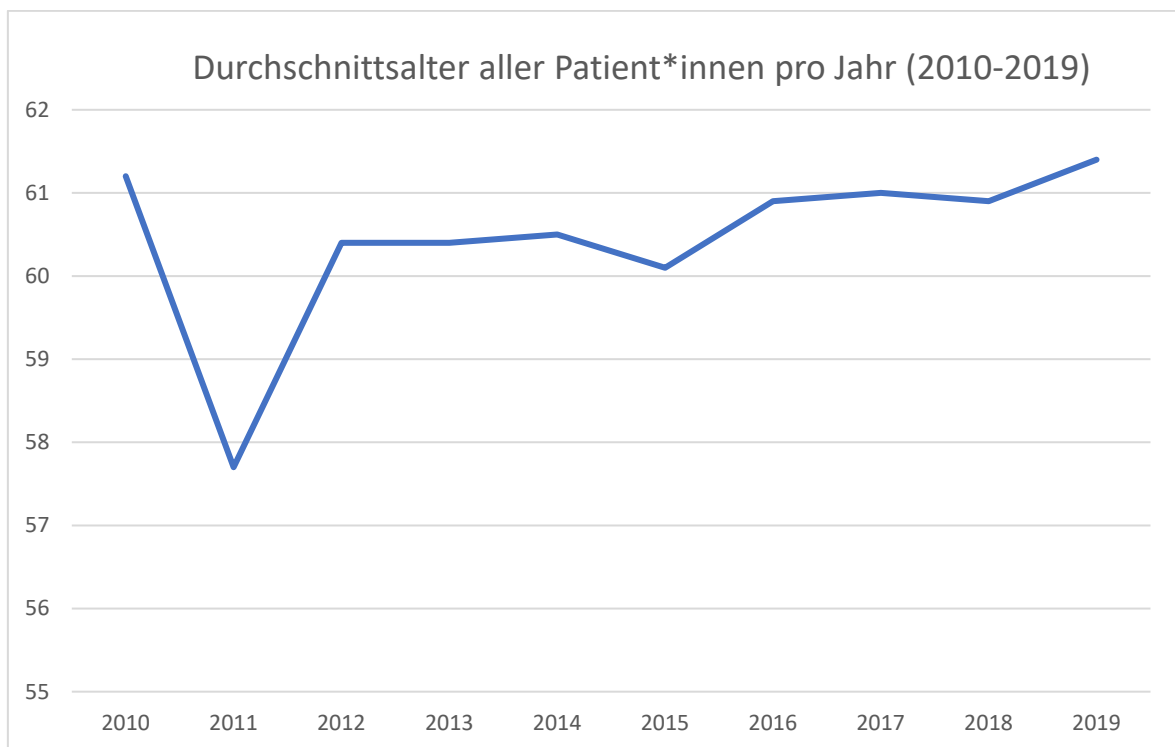


Abbildung 9: Durchschnittsalter aller Patient\*innen pro Jahr (2010 bis 2019)

### 3.5 Phake, pseudophake und aphake Patient\*innen

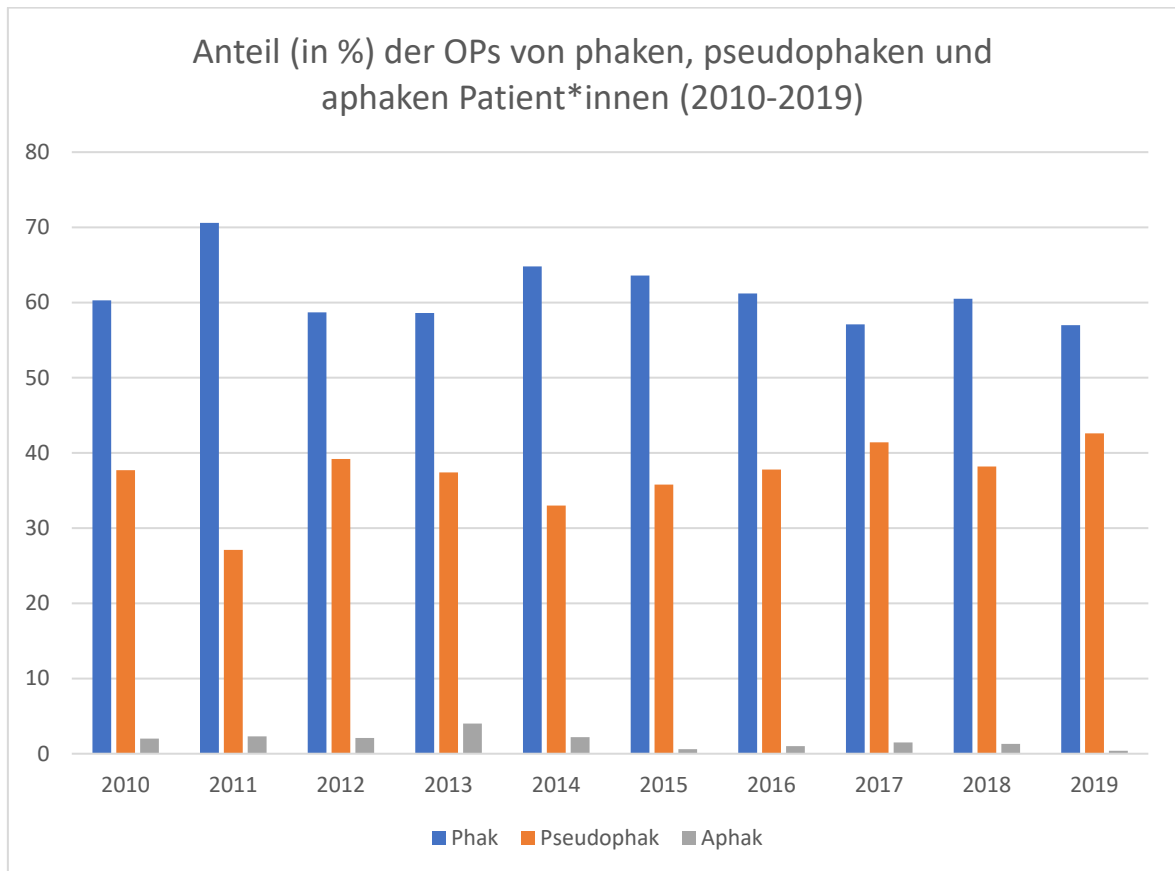


Abbildung 10: Anteil (in %) der Operationen von phaken, pseudophaken und aphaken Patient\*innen in Bezug zu allen durchgeführten Operationen (2010-2019)

Der Anteil der pseudophaken Patient\*innen erhöhte sich während des Beobachtungszeitraumes von 37,7% auf 42,6%.

Der Anteil der Operationen, bei welchen die Patient\*innen zum Zeitpunkt der Operation pseudophak waren, stieg von 2014 bis 2019 an. Es zeigte sich in diesem Zeitraum eine Zunahme von 9,6%.

Der Anteil der Operationen, bei welchen die Patient\*innen zum Zeitpunkt der Operation phak waren, verhielt sich dementsprechend gegenteilig. Im Zeitraum von 2014 bis 2019 zeigte sich eine Reduktion von 7,8%.

## 4 Diskussion

In dieser Arbeit wurde der zahlenmäßige Anteil beider Operationsmethoden an der Gesamtzahl der versorgten Ablationes retinae an der Universitäts-Augenklinik Graz in den Jahren 2010 bis 2019 erhoben. Es zeigte sich ein klarer Trend zur Zunahme der Vitrektomie ( $p < 0,001$ , Jonckheere-Terpstra). Zudem präsentierte sich eine höhere Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren im gesamten Zeitraum 2010-2019 (eindellende Verfahren (15.7%), Vitrektomien (9.9%);  $p = 0,001$ , Chi-Quadrat Test). Der Anteil der pseudophaken Patient\*innen erhöhte sich während des Beobachtungszeitraumes von 37,7% auf 42,6%.

In den ersten drei Jahren des Beobachtungszeitraumes (2010-2012) betrug der Anteil der Vitrektomien an allen Operationen im Durchschnitt 53,4%. Dieser Anteil erhöhte sich auf 92,2% in den letzten drei Jahren des Beobachtungszeitraumes (2017-2019).

Dementsprechend reduzierte sich der Anteil an eindellenden Verfahren von 46,6% (2010-2012) auf 7,8% (2017-2019). Es zeigte sich ein klarer Trend zur Zunahme der Vitrektomie ( $p < 0,001$ , Jonckheere-Terpstra).

Eine ähnliche Entwicklung zeigte sich in einer prospektiven Beobachtungsstudie aus dem Jahr 2018 (75). Während der 7-jährigen Beobachtungsphase reduzierte sich der Anteil der eindellenden Verfahren von 40,5% (2009) auf 2,7% (2014). Der Anteil der Pars plana Vitrektomie lag im Jahr 2009 bei 38% und im Jahr 2014 bei 95,5%.

Auch in einer retrospektiven Studie von 2014 wird der Trend hin zur Vitrektomie zahlenmäßig belegt (76). Im Jahr 2005 wurden 60,8% eindellende Verfahren durchgeführt. Es kam zu einer Reduktion auf 39,4% im Jahr 2011. In dieser Studie wurden die Pars plana Vitrektomie und ein kombiniertes Verfahren (Vitrektomie + eindellendes Verfahren) in einer gemeinsamen Kategorie angeführt. 2005 wurden zu 39,2% Vitrektomien und kombinierte Verfahren durchgeführt, im Jahr 2011 waren es bereits 60,6%.

Auch in einer weiteren retrospektiven Studie aus dem Jahr 2017 wurde dieser Trend zur Vitrektomie ebenso aufgezeigt (77).

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass es einen Trendwechsel von den eindellenden Verfahren hin zur Vitrektomie gab bzw. immer noch gibt. In einer Diplomarbeit, die im Jahr 2014 an der Universitäts-Augenklinik Graz verfasst wurde, zeigte sich von 2001 bis

2011 bereits dieser Trend (78). Meine Diplomarbeit ist eine Fortsetzung dieser Evaluierung.

Speziell für Patient\*innen mit Pseudophakie sowie bei komplizierten Fällen mit proliferativer Vitreoretinopathie vom Grad B oder C bevorzugen Chirurg\*innen die Pars plana Vitrektomie. Einerseits ist es möglich die Traktion auf die Retina zu unterbinden und andererseits subretinale Flüssigkeit zu drainieren (75). Außerdem besteht bei der Vitrektomie eine kürzere OP-Dauer, was wiederum ein relevanter Zeitfaktor im OP-Alltag ist (35, 50, 79).

Neben dem Trendwechsel bei der chirurgischen Versorgung einer Ablatio retinae zeigte sich in unseren Daten eine Zunahme an absoluten Häufigkeiten der Ablatio Operationen an der Universitäts-Augenklinik Graz. In den ersten drei Jahren des Beobachtungszeitraumes (2010-2012) zeigte sich, dass im Durchschnitt 176 Operationen (insgesamt) durchgeführt wurden. In den letzten drei Jahren des Beobachtungszeitraumes (2017-2019) wurde eine durchschnittliche Gesamtzahl von 221 Ablatio Operationen festgestellt. Auch in der prospektiven Beobachtungsstudie aus dem Jahr 2018 zeigte sich während des Beobachtungszeitraumes (2009-2015) eine Zunahme der absoluten Häufigkeiten an Ablatio Operationen (75). Diese Entwicklung könnte mit dem steigenden Alter der Bevölkerung erklärbar sein (80).

Es zeigte sich in unserer Studie ein deutlicher Rückgang von kombinierten Verfahren. Die Ergebnisse einer Metaanalyse aus dem Jahr 2022 zeigten, dass zwischen einem kombinierten Verfahren und einer alleinigen Vitrektomie kein signifikanter Unterschied bei der endgültigen Sehschärfe und der finalen Wiederanlegungsrate bestand (81). Jedoch zeigte sich eine minimal bessere Erfolgsquote (nach einem einzigen Eingriff) bei den kombinierten Verfahren. Auch in einer retrospektiven Studie aus dem Jahr 2021 wurde eine bessere Erfolgsquote nach einer Operation mit einem kombinierten Verfahren erzielt (82). Ein genauer Vergleich zwischen den kombinierten Verfahren und einer alleinigen Vitrektomie oder alleinigem eindellenden Verfahren würde allerdings den Rahmen dieser Diplomarbeit sprengen.

In unserer Studie war die Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren im gesamten Zeitraum signifikant höher. Der Anteil der Reoperationen lag bei den eindellenden Verfahren im gesamten Zeitraum 2010-2019 bei 15,7% und bei den Vitrektomien bei 9,9%

( $p=0,001$ , Chi-Quadrat Test). Diese Ergebnisse zeigen, dass in unserer Studie eine höhere Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren zu beobachten ist. Im Vergleich dazu wurde in der SPR-Studie eine Reablatiorate von 26,3% (eindellende Verfahren) und 25,1% (Vitrektomie) in der phaken Patient\*innengruppe ermittelt (48). In der pseudophaken Gruppe zeigte sich ein deutlicher Unterschied, da die Reablatiorate bei 39,9% (eindellende Verfahren) und 20,5% (Vitrektomie) lag. Somit zeigte sich eine signifikant höhere Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren in der pseudophaken Patient\*innengruppe. Im Vergleich dazu wurde in unserer Studie die Reablatiorate nicht in Hinblick auf den Linsenstatus bestimmt, was somit limitierend für die Interpretation bzw. für die Gegenüberstellung ist.

In einer systematischen Übersichtsarbeit von 2019 zeigte sich bei den Vitrektomien eine Reablatiorate von 21% und bei den eindellenden Verfahren von 28% (67).

Der Unterschied in der Höhe der Reablatiorate zwischen den Studien könnte durch den Einfluss der unterschiedlichen chirurgischen Fähigkeiten, der Schwierigkeit der Patient\*innenfälle sowie der unterschiedlichen exakten Definition der Reablatiorate zusammenhängen. Die Ergebnisse der Studien zeigen, dass bessere bzw. niedrigere Reablatioraten mit der Vitrektomie möglich sind (48, 67). Die höhere Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren könnte unter anderem durch die immer weiter sinkenden Fallzahlen und die somit verminderte chirurgische Übung in diesem Verfahren bedingt sein. Erfahrung ist ein wichtiger Faktor für den chirurgischen Erfolg. Die Ergebnisse einer retrospektiven Studie aus dem Jahr 2021 zeigten, dass die primäre Erfolgsrate einer Ablatio-OP mit Zunahme der Fallzahlen steigt (83). Es wurde eine primäre Erfolgsrate für Operateur\*innen, die gerade erst mit den Ablatio Operationen begonnen haben, von ca. 80% ermittelt. Die Reablatiorate fiel und stabilisierte sich im Verlauf nach 200 Operationen auf unter 10%.

Zudem muss hier angemerkt werden, dass diverse andere Parameter (wie zum Beispiel die Sehschärfe bei bestmöglicher Korrektur oder die finale anatomische Erfolgsrate) zur genaueren Analyse der beiden Methoden herangezogen werden müsste. Diese Parameter wurden in unserer Studie allerdings nicht erhoben, um im Rahmen einer Diplomarbeit zu bleiben.

Grundsätzlich zeigte sich im Verlauf von 2011 bis 2019 eine Zunahme des Durchschnittsalters. Im Jahr 2011 lag das Durchschnittsalter bei 57,7 Jahren und stieg bis 2019 auf 61,4 Jahre. Dies könnte damit zusammenhängen, dass die Bevölkerung immer

älter wird (80). Allerdings zeigte sich in der prospektiven Beobachtungsstudie aus dem Jahr 2018 im Vergleich eine nicht so deutliche Entwicklung Richtung Anstieg des Durchschnittsalters (75).

Der Anteil der pseudophaken Patient\*innen erhöhte sich während des Beobachtungszeitraumes von 37,7% auf 42,6%. Der Anteil der Operationen, bei welchen die Patient\*innen pseudophak zum Zeitpunkt der Operation waren, stieg von 2014 bis 2019 an. Es zeigte sich in diesem Zeitraum eine Zunahme von 9,6%. Die Tendenz, dass sich von 2014 bis 2019 eine prozentuelle Zunahme der pseudophaken Patient\*innen zeigt, könnte möglicherweise auch durch das zunehmende Alter der Bevölkerung erklärt werden (80). Durch das steigende Alter würden mehr Personen einer Phakoemulsifikation unterzogen werden. Denn auch in einer retrospektiven Studie aus dem Jahr 2021 zeigte sich im Verlauf von 2010-2019 eine höhere Inzidenz an Katarakt Operationen (84). Nach einer Katarakt-Operation ist das Risiko einer Ablatio retinae um zumindest 1,7mal höher als ohne diese stattgefundene Operation (20). Daraufaufgehend könnte es somit zu einer vermehrten pseudophaken Ablatio retinae kommen. Das könnte unseren steigenden Anteil der pseudophaken Ablatio retinae zwischen 2014 und 2019 erklären. Im Vergleich dazu zeigt sich in der prospektiven Beobachtungsstudie aus dem Jahr 2018 kein klarer Trend in Hinblick auf eine Zunahme oder Abnahme der pseudophaken Ablatio retinae innerhalb des Beobachtungszeitraumes (75). Es sollte hier angemerkt werden, dass in dieser Studie ein kürzerer Zeitraum (2009-2015) analysiert wurde.

### **Limitationen:**

In dieser Diplomarbeit wurde der Fokus auf die zahlenmäßige Analyse der absoluten Häufigkeiten beider Ablatio-Operationen sowie der Reablatiorate gelegt. Diverse andere Parameter wurden erhoben. Allerdings hätten weitere Analysen, wie zum Beispiel die Bestimmung der Reablatiorate in Bezug auf den Linsenstatus, den Rahmen dieser Diplomarbeit überschritten. Analysen, wie die Bestimmung der Reablatiorate jedes\*jeder einzelnen Chirurg\*in, wurden aufgrund von Datenschutzgründen nicht durchgeführt. Vergleichsstudien waren oft multizentrisch und prospektiv. In unserer Studie handelte es sich allerdings um eine retrospektive Studie, die nur auf die Universitäts-Augenklinik Graz begrenzt war.

### **Schlussfolgerung:**

Es lässt sich anhand unserer Daten ein eindeutiger Trend zur operativen Versorgung mittels Vitrektomien an der Universitäts-Augenklinik Graz feststellen. Unsere Daten zeigen außerdem, dass die Reablatiorate bei den eindellenden Verfahren im gesamten Beobachtungszeitraum im Durchschnitt signifikant höher als bei den Vitrektomien ist.

## Literaturverzeichnis

1. Grehn F. Augapfel. In: Springer, editor. Augenheilkunde. 32., erweiterte Auflage ed. Berlin: Springer; 2019. p. 7-8.
2. Lang GK. Linse (Lens cristallina); Grundkenntnisse. In: Lang GK, Esser J, Gareis O, Lang GE, Lang SJ, Spraul CW, et al., editors. Augenheilkunde. 6., überarbeitete Auflage ed. Stuttgart: Thieme; 2019. p. 128-30.
3. Grehn F. Vorder- und Hinterkammer, Kammerwasser. In: Springer, editor. Augenheilkunde. 32., erweiterte Auflage ed. Berlin: Springer; 2019. p. 10-1.
4. Spraul CW, Lang GK. Glaskörper (Corpus vitreum); Grundkenntnisse. In: Lang GK, Esser J, Gareis O, Lang GE, Lang SJ, Spraul CW, et al., editors. Augenheilkunde. 6., überarbeitete Auflage ed. Stuttgart: Thieme; 2019. p. 208-9.
5. Lang GE, Lang GK. Netzhaut (Retina); Grundkenntnisse. In: Lang GK, Esser J, Gareis O, Lang GE, Lang SJ, Spraul CW, et al., editors. Augenheilkunde. Stuttgart: Thieme; 2019. p. 224-7.
6. Grehn F. Netzhaut. In: Springer, editor. Augenheilkunde. 32., erweiterte Auflage ed. Berlin: Springer; 2019. p. 12.
7. Ghazi NG, Green WR. Pathology and pathogenesis of retinal detachment. Eye (Lond). 2002;16(4):411-21.
8. Lang GE, Lang GK. Degenerative Netzhauterkrankungen; Netzhautablösung (Amotio retinae, Ablatio retinae). In: Lang GK, Esser J, Gareis O, Lang GE, Lang SJ, Spraul CW, et al., editors. Augenheilkunde. 6., überarbeitete Auflage ed. Stuttgart: Thieme; 2019. p. 247-50.
9. Fine SL, Patz A. Ten years after the Diabetic Retinopathy Study. Ophthalmology. 1987;94(7):739-40.

10. Fernandes BF, Odashiro AN, Maloney S, Zajdenweber ME, Lopes AG, Burnier MN, Jr. Clinical-histopathological correlation in a case of Coats' disease. *Diagn Pathol.* 2006;1:24.
11. Steidl SM, Hirose T, Sang D, Hartnett ME. Difficulties in excluding the diagnosis of retinoblastoma in cases of advanced Coats' disease: a clinicopathologic report. *Ophthalmologica.* 1996;210(6):336-40.
12. Byer NE. What happens to untreated asymptomatic retinal breaks, and are they affected by posterior vitreous detachment? *Ophthalmology.* 1998;105(6):1045-9; discussion 9-50.
13. Uhr JH, Obeid A, Wibbelsman TD, Wu CM, Levin HJ, Garrigan H, et al. Delayed Retinal Breaks and Detachments after Acute Posterior Vitreous Detachment. *Ophthalmology.* 2020;127(4):516-22.
14. Grehn F. Netzhautablösung (Amotio oder Ablatio retinae). In: Springer, editor. *Augenheilkunde.* 32., erweiterte Auflage ed. Berlin: Springer; 2019. p. 291-9.
15. Gariano RF, Kim CH. Evaluation and management of suspected retinal detachment. *Am Fam Physician.* 2004;69(7):1691-8.
16. Kunikata H, Abe T, Nakazawa T. Historical, Current and Future Approaches to Surgery for Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Tohoku J Exp Med.* 2019;248(3):159-68.
17. Lewis H. Peripheral retinal degenerations and the risk of retinal detachment. *Am J Ophthalmol.* 2003;136(1):155-60.
18. Risk factors for idiopathic rhegmatogenous retinal detachment. The Eye Disease Case-Control Study Group. *Am J Epidemiol.* 1993;137(7):749-57.

19. Chandra A, Banerjee P, Davis D, Charteris D. Ethnic variation in rhegmatogenous retinal detachments. *Eye (Lond)*. 2015;29(6):803-7.
20. Qureshi MH, Steel DHW. Retinal detachment following cataract phacoemulsification-a review of the literature. *Eye (Lond)*. 2020;34(4):616-31.
21. Olsen G, Olson RJ. Update on a long-term, prospective study of capsulotomy and retinal detachment rates after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2000;26(7):1017-21.
22. Javitt JC, Vitale S, Canner JK, Krakauer H, McBean AM, Sommer A. National outcomes of cataract extraction. I. Retinal detachment after inpatient surgery. *Ophthalmology*. 1991;98(6):895-902.
23. Ah-Fat FG, Sharma MC, Majid MA, McGalliard JN, Wong D. Trends in vitreoretinal surgery at a tertiary referral centre: 1987 to 1996. *Br J Ophthalmol*. 1999;83(4):396-8.
24. Lois N, Wong D. Pseudophakic retinal detachment. *Surv Ophthalmol*. 2003;48(5):467-87.
25. Mitry D, Singh J, Yorston D, Siddiqui MA, Murphy AL, Wright AF, et al. The fellow eye in retinal detachment: findings from the Scottish Retinal Detachment Study. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(1):110-3.
26. Lincoff H, Gieser R. Finding the retinal hole. *Arch Ophthalmol*. 1971;85(5):565-9.
27. Sultan ZN, Agorogiannis EI, Iannetta D, Steel D, Sandinha T. Rhegmatogenous retinal detachment: a review of current practice in diagnosis and management. *BMJ Open Ophthalmol*. 2020;5(1):e000474.
28. Tornambe PE, Hilton GF, Brinton DA, Flood TP, Green S, Grizzard WS, et al. Pneumatic retinopexy. A two-year follow-up study of the multicenter clinical trial

- comparing pneumatic retinopexy with scleral buckling. *Ophthalmology*. 1991;98(7):1115-23.
29. Gilca M, Duval R, Goodyear E, Olivier S, Cordahi G. Factors associated with outcomes of pneumatic retinopexy for rhegmatogenous retinal detachments: a retrospective review of 422 cases. *Retina*. 2014;34(4):693-9.
30. Jung JJ, Cheng J, Pan JY, Brinton DA, Hoang QV. Anatomic, Visual, and Financial Outcomes for Traditional and Nontraditional Primary Pneumatic Retinopexy for Retinal Detachment. *Am J Ophthalmol*. 2019;200:187-200.
31. Gonin J. *Le décollement de la rétine: pathogénie, traitement*: Payot; 1934.
32. Wolfensberger TJ. Jules Gonin. Pioneer of retinal detachment surgery. *Indian J Ophthalmol*. 2003;51(4):303-8.
33. Rumpf J. Jules Gonin. Inventor of the surgical treatment for retinal detachment. *Surv Ophthalmol*. 1976;21(3):276-84.
34. Custodis E. [Treatment of retinal detachment by circumscribed diathermal coagulation and by scleral depression in the area of tear caused by imbedding of a plastic implant]. *Klin Monbl Augenheilkd Augenarztl Fortbild*. 1956;129(4):476-95.
35. Fallico M, Alosi P, Reibaldi M, Longo A, Bonfiglio V, Avitabile T, et al. Scleral Buckling: A Review of Clinical Aspects and Current Concepts. *J Clin Med*. 2022;11(2).
36. Schepens CL, Okamura ID, Brockhurst RJ. The scleral buckling procedures. I. Surgical techniques and management. *AMA Arch Ophthalmol*. 1957;58(6):797-811.
37. Sharma RK, Akkawi MT, Shehadeh MM, Aghbar AA, Qaddumi J. Anatomical and Visual Outcomes of Scleral Buckling Surgery in Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2020;27(2):100-4.

38. Wang A, Snead MP. Scleral buckling-a brief historical overview and current indications. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020;258(3):467-78.
39. Tong L, Thumboo J, Tan YK, Wong TY, Albani S. The eye: a window of opportunity in rheumatoid arthritis? *Nat Rev Rheumatol*. 2014;10(9):552-60.
40. Sims J. Scleritis: presentations, disease associations and management. *Postgrad Med J*. 2012;88(1046):713-8.
41. Hay A, Flynn HW, Jr., Hoffman JI, Rivera AH. Needle penetration of the globe during retrobulbar and peribulbar injections. *Ophthalmology*. 1991;98(7):1017-24.
42. Duker JS, Belmont JB, Benson WE, Brooks HL, Jr., Brown GC, Federman JL, et al. Inadvertent globe perforation during retrobulbar and peribulbar anesthesia. Patient characteristics, surgical management, and visual outcome. *Ophthalmology*. 1991;98(4):519-26.
43. Wilkinson CP, Bradford RH, Jr. Complications of draining subretinal fluid. *Retina*. 1984;4(1):1-4.
44. Hawkins WR, Schepens CL. Choroidal detachment and retinal surgery. *Am J Ophthalmol*. 1966;62(5):813-9.
45. Burton TC, Stevens TS, Harrison TJ. The influence of subconjunctival depot corticosteroid on choroidal detachment following retinal detachment surgery. *Trans Sect Ophthalmol Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1975;79(6):Op845-9.
46. Verma L, Venkatesh P, Chawla R, Tewari HK. Choroidal detachment following retinal detachment surgery: an analysis and a new hypothesis to minimize its occurrence in high-risk cases. *Eur J Ophthalmol*. 2004;14(4):325-9.
47. Tabandeh H, Flaxel C, Sullivan PM, Leaver PK, Flynn HW, Jr., Schiffman J. Scleral rupture during retinal detachment surgery: risk factors, management options, and outcomes. *Ophthalmology*. 2000;107(5):848-52.

48. Heimann H, Bartz-Schmidt KU, Bornfeld N, Weiss C, Hilgers RD, Foerster MH. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment: a prospective randomized multicenter clinical study. *Ophthalmology*. 2007;114(12):2142-54.
49. Adelman RA, Parnes AJ, Ducournau D. Strategy for the management of uncomplicated retinal detachments: the European vitreo-retinal society retinal detachment study report 1. *Ophthalmology*. 2013;120(9):1804-8.
50. Brazitikos PD, Androudi S, Christen WG, Stangos NT. Primary pars plana vitrectomy versus scleral buckle surgery for the treatment of pseudophakic retinal detachment: a randomized clinical trial. *Retina*. 2005;25(8):957-64.
51. Grehn F. Technik der Vitrektomie. In: Springer, editor. *Augenheilkunde*. 32., erweiterte Auflage ed. Berlin: Springer; 2019. p. 370-4.
52. Machemer R, Buettner H, Norton EW, Parel JM. Vitrectomy: a pars plana approach. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1971;75(4):813-20.
53. Peyman GA, Huamonte FU, Goldberg MF. One hundred consecutive pars plana vitrectomies using the vitrophage. *Am J Ophthalmol*. 1976;81(3):263-71.
54. Escoffery RF, Olk RJ, Grand MG, Boniuk I. Vitrectomy without scleral buckling for primary rhegmatogenous retinal detachment. *Am J Ophthalmol*. 1985;99(3):275-81.
55. Charles S, Wang C. A motorized gas injector for vitreous surgery. *Arch Ophthalmol*. 1981;99(8):1398.
56. Heimann H, Zou X, Jandeck C, Kellner U, Bechrakis NE, Kreusel KM, et al. Primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: an analysis of 512 cases. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2006;244(1):69-78.

57. Von Fricken MA, Kunjukunju N, Weber C, Ko G. 25-Gauge sutureless vitrectomy versus 20-gauge vitrectomy for the repair of primary rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2009;29(4):444-50.
58. O'Malley C, Heintz RM, Sr. Vitrectomy with an alternative instrument system. *Ann Ophthalmol*. 1975;7(4):585-8, 91-4.
59. Lai MM, Ruby AJ, Sarrafizadeh R, Urban KE, Hassan TS, Drenser KA, et al. Repair of primary rhegmatogenous retinal detachment using 25-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina*. 2008;28(5):729-34.
60. Tsang CW, Cheung BT, Lam RF, Lee GK, Yuen CY, Lai TY, et al. Primary 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2008;28(8):1075-81.
61. Mura M, Tan SH, De Smet MD. Use of 25-gauge vitrectomy in the management of primary rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2009;29(9):1299-304.
62. Kunikata H, Abe T, Nishida K. Successful outcomes of 25- and 23-gauge vitrectomies for giant retinal tear detachments. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2011;42(6):487-92.
63. Fujii GY, De Juan E, Jr., Humayun MS, Pieramici DJ, Chang TS, Awh C, et al. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology*. 2002;109(10):1807-12; discussion 13.
64. Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. *Retina*. 2005;25(2):208-11.
65. Oshima Y, Awh CC, Tano Y. Self-retaining 27-gauge transconjunctival chandelier endoillumination for panoramic viewing during vitreous surgery. *Am J Ophthalmol*. 2007;143(1):166-7.

66. Romano MR, Scotti F, Vinciguerra P. 27-Gauge Vitrectomy for Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment: Is it Feasible? *Ann Acad Med Singap.* 2015;44(5):185-7.
67. Znaor L, Medic A, Binder S, Vucinovic A, Marin Lovric J, Puljak L. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev.* 2019;3(3):Cd009562.
68. Mohamed S, Lai TY. Intraocular gas in vitreoretinal surgery. *Hong Kong Journal of Ophthalmology.* 2010;14(1):8-13.
69. Saleh OA, Al-Dwairi RA, Mohidat H, Jusufbegovic D, Nesmith B, Barak Y, et al. International multi-center study of iatrogenic retinal tears in pars plana vitrectomy. *Int J Ophthalmol.* 2019;12(6):996-1000.
70. Hsuan JD, Brown NA, Bron AJ, Patel CK, Rosen PH. Posterior subcapsular and nuclear cataract after vitrectomy. *J Cataract Refract Surg.* 2001;27(3):437-44.
71. Elhousseini Z, Lee E, Williamson TH. INCIDENCE OF LENS TOUCH DURING PARS PLANA VITRECTOMY AND OUTCOMES FROM SUBSEQUENT CATARACT SURGERY. *Retina.* 2016;36(4):825-9.
72. Han DP, Lewis H, Lambrou FH, Jr., Mieler WF, Hartz A. Mechanisms of intraocular pressure elevation after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology.* 1989;96(9):1357-62.
73. Barr CC, Lai MY, Lean JS, Linton KL, Trese M, Abrams G, et al. Postoperative intraocular pressure abnormalities in the Silicone Study. *Silicone Study Report 4. Ophthalmology.* 1993;100(11):1629-35.
74. Heimann H, Hellmich M, Bornfeld N, Bartz-Schmidt KU, Hilgers RD, Foerster MH. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment (SPR Study): design issues and implications. *SPR Study report no. 1. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2001;239(8):567-74.

75. Eibenberger K, Georgopoulos M, Rezar-Dreindl S, Schmidt-Erfurth U, Sacu S. Development of Surgical Management in Primary Rhegmatogenous Retinal Detachment Treatment from 2009 to 2015. *Curr Eye Res.* 2018;43(4):517-25.
76. Wong CW, Wong WL, Yeo IY, Loh BK, Wong EY, Wong DW, et al. Trends and factors related to outcomes for primary rhegmatogenous retinal detachment surgery in a large asian tertiary eye center. *Retina.* 2014;34(4):684-92.
77. McLaughlin MD, Hwang JC. Trends in Vitreoretinal Procedures for Medicare Beneficiaries, 2000 to 2014. *Ophthalmology.* 2017;124(5):667-73.
78. Kutnjak L. Ergebnisse nach Cerclage und Plombe versus 20-Gauge und 23-Gauge Vitrektomie bei rhegmatogener Netzhautablösung  
Humanmedizin. Forschungsportal Medizinische Universität Graz: Medical University of Graz; 2014.
79. Kunikata H, Nishida K. Visual outcome and complications of 25-gauge vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment; 84 consecutive cases. *Eye (Lond).* 2010;24(6):1071-7.
80. Austria S. Volkszählungen (bis 2001), Registerzählung (2011), Statistik des Bevölkerungsstandes (2022): Statistik Austria; 2022 [Available from: <https://www.statistik.at/statistiken/bevoelkerung-und-soziales/bevoelkerung/bevoelkerungsstand/bevoelkerung-nach-alter/geschlecht>].
81. Eshtiaghi A, Dhoot AS, Mihalache A, Popovic MM, Nichani PAH, Sayal AP, et al. Pars Plana Vitrectomy with and without Supplemental Scleral Buckle for the Repair of Rhegmatogenous Retinal Detachment: A Meta-analysis. *Ophthalmol Retina.* 2022;6(10):871-85.
82. Echegaray JJ, Vanner EA, Zhang L, Fortun JA, Albini TA, Berrocal AM, et al. Outcomes of Pars Plana Vitrectomy Alone versus Combined Scleral Buckling plus Pars Plana Vitrectomy for Primary Retinal Detachment. *Ophthalmol Retina.* 2021;5(2):169-75.

83. Radeck V, Helbig H, Barth T, Gamulescu MA, Maerker D, Prahs P. The learning curve of retinal detachment surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021;259(8):2167-73.
  
84. Kristianslund O, Kure ISH, Drolsum L. Cataract surgery in Norway 2010-19. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2021;141(9).