

Aus der Augenklinik und Poliklinik der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. A. Kampik

**Beurteilung der skleraeindellenden Operation
bei rhegmatogener Ablatio retinae**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Ulrich Brandlhuber

aus Wasserburg am Inn

2010

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. C. Haritoglou

Mitberichterstatter: Prof. Dr. rer. nat. H.-H. Müller
Prof. Dr. med. M. Sachsenweger

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 02.12.2010

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1.	Einleitung	1
1.1.	Physiologie der Netzhaut und Pathophysiologie der Netzhautablösung	1
1.2.	Bekannte Risikofaktoren für die rhegmatogene Netzhautablösung	4
1.3.	Klinik der hinteren Glaskörperblutung und der rhegmatogenen Netzhautablösung	5
1.4.	Epidemiologie der rhegmatogenen Netzhautablösung	5
1.5.	Behandlung der Patienten mit Netzhautlöchern ohne begleitende Netzhautablösung	6
1.6.	Behandlung von Patienten mit rhegmatogener Ablatio retinae	6
2.	Zielsetzung	11
3.	Material und Methoden	12
3.1.	Design und Ziel der Studie	12
3.1.1.	Einschlusskriterien	12
3.1.2.	Ausschlusskriterien	12
3.2.	Datenerfassung	12
3.2.1.	Erfassung der präoperativen Daten	13
3.2.2.	Erfassung der intraoperativen Daten	15
3.2.3.	Erfassung der postoperativen Daten	15
3.2.4.	Dokumentation der rezidivierenden Netzhautablösungen	16

3.3.	Datenauswertung	17
3.4.	Statistische Verfahren	17
4.	Ergebnisse	18
4.1.	Deskription des Patientenkollektivs	18
4.2.	Allgemeine Operationsergebnisse	19
4.2.1.	Einleitung	19
4.2.2.	Primäre und sekundäre Anlagerate	20
4.2.3.	Reablationes	23
4.3.	Einflussfaktoren auf das Operationsergebnis	27
4.3.1.	Refraktion	27
4.3.2.	Proliferative Vitreoretinopathie (PVR)	28
4.3.3.	Dauer der Symptome	30
4.3.4.	Linse	32
4.3.5.	Glaskörperblutung	33
4.3.6.	Makulabeteiligung	33
4.3.7.	Ausdehnung der Netzhautablösung	35
4.3.8.	Art der Netzhautablösung	36
4.3.9.	Foramina	38
4.3.10.	Punktion	41
4.3.11.	Intraoperative Komplikationen	42
4.3.12.	Art der Plombe	43
4.3.13.	Plombenlänge	45
4.3.14.	Intraokuläre Injektionen	47
4.3.15.	Postoperative Komplikationen	48
4.4.	Weitere Analyse der Operationsergebnisse nach Schweregraden	49

4.5.	Operationsergebnisse nach Operateur	53
4.5.1.	Primäre Anlagerate	53
4.5.2.	Sekundäre Anlagerate	55
4.5.3.	Reablationes	56
4.5.4.	Operationsdauer	58
4.5.5.	Lernkurve	61
5.	Diskussion	63
5.1.	Patientenkollektiv	63
5.2.	Primäre Anlagerate und Rezidive	63
5.3.	Prognostische Faktoren	65
5.3.1.	Refraktion	65
5.3.2.	Proliferative Vitreoretinopathie (PVR)	65
5.3.3.	Dauer der Symptome	66
5.3.4.	Linse	67
5.3.5.	Glaskörperblutung	68
5.3.6.	Ablatioausdehnung und Makula	68
5.3.7.	Art der Netzhautablösung	69
5.3.8.	Foramina	69
5.3.9.	Punktion	70
5.3.10.	Art der Plombe und Plombenlänge	71
5.3.11.	Intraokuläre Injektionen	72
5.3.12.	Intra- und postoperative Komplikationen	73
5.4.	Operationsergebnisse nach dem Schweregrad der Netzhautablösung	73
5.5.	Operationsergebnisse nach Operateur und Lernkurve	74
5.6.	Plombenoperationen im Vergleich zur pars plana Vitrektomie	76

6.	Zusammenfassung	78
7.	Literaturverzeichnis	79
8.	Anhang	85
8.1.	Abbildungsverzeichnis	85
8.2.	Tabellenverzeichnis	86
9.	Danksagung	87

1. Einleitung

1.1. Physiologie der Netzhaut und Pathophysiologie der Netzhautablösung

Im Rahmen der Entwicklung des Auges, speziell der Ausbildung des Augenbechers, werden die Wände der Augenblase aneinandergelagert und dadurch der Blasenraum, auch Ventriculus opticus genannt, zu einem Spalt verengt. Damit besteht der Augenbecher aus einem inneren Stratum cerebrale (neurosensorische Netzhaut) und einem äußeren Stratum pigmenti (retinales Pigmentepithel). Der beschriebene Spalt zwischen der äußersten Schicht der neurosensorischen Netzhaut, den Photorezeptoren, und dem retinalen Pigmentepithel wird unter physiologischen Bedingungen durch die Pumpfunktion des Pigmentepithels aufrecht erhalten.

Die Photorezeptoraußensegmente sind mit den Mikrovillifortsätzen des Pigmentepithels eng verzahnt. Wegen der hohen Viskosität wird der Interphotorezeptormatrix eine adhäsive Wirkung nachgesagt (Hagemann und Johnson 1998). Von großer Bedeutung ist ein aktiver Ionentransport der retinalen Pigmentepithelzellen. Somit kann subretinale Flüssigkeit in die Aderhaut (Chorioidea) abgepumpt werden und in den großen Kreislauf gelangen (Tsuboi 1987). Über diesen Mechanismus kann auch nach chirurgischem Verschluss eines Netzhautloches ohne Drainage die subretinale Flüssigkeit bis zu einem gewissen Grad resorbiert werden. Des Weiteren wird die Netzhaut auch durch den hydrostatisch wirkenden Augeninnendruck und das osmotische Druckgefälle zwischen Glaskörper und Aderhaut an das Pigmentepithel gedrückt (Marmor 1994).

Ein intakter Glaskörper wird von einer Glaskörpergrenzmembran (Membrana hyaloidea) umgeben. Diese Membran bildet eine natürliche Barriere für die vitreale Flüssigkeit und kleidet die Retina von innen aus (Foulds 1975).

Bei der Netzhautablösung (lat.: Ablatio retinae, Amotio retinae) handelt es sich um eine Abhebung des sensorischen Teils der Retina vom retinalen Pigmentepithel, genauer gesagt um eine Wiedereröffnung des Ventriculus opticus.

Im Wesentlichen unterscheidet man unter Berücksichtigung der Pathogenese drei Formen der Netzhautablösung (Hay und Landers 1994):

- die rhegmatogene (rissbedingte) Ablatio retinae,
- die traktive Ablatio retinae und
- die exsudative Ablatio retinae.

Rhegmatogene Ablatio retinae:

Bei der rhegmatogenen (gr.: rhegma = Riss) Netzhautablösung kommt es als Folge der Verflüssigung und Abhebung des Glaskörpers zu einer Zugwirkung an der Retina. Dies kann zu Defekten in der Netzhaut führen, die ein Eindringen von Flüssigkeit aus dem Glaskörperaum in den subretinalen Raum, zwischen Photorezeptorschicht und retinalem Pigmentepithel, und somit eine Abhebung des sensorischen Teiles der Netzhaut begünstigen.

In vielen Fällen ist die hintere Glaskörperabhebung der entscheidende Pathomechanismus. Der Glaskörper (Corpus vitreum) ist eine gallertige Struktur, die den gesamten Innenraum des Auges zwischen der Rückfläche der Linse und der Netzhautoberfläche ausfüllt. Er besteht überwiegend aus Wasser und wird von einem feinen Kollagenfasernetz durchzogen. Diese Kollagenfasern bilden zum Teil feste Adhäsionen mit der Netzhautoberfläche aus, vor allem im Bereich der peripheren Netzhaut, des Nervus opticus und der Makula (Fine und Tousimis 1961). Im Laufe des Lebens kommt es zu einer zunehmenden Verflüssigung des Glaskörpergels. Diese Verflüssigung ist ein physiologischer Alterungsvorgang, der durch eine Verminderung der Hyaluronsäurekonzentration und durch eine strukturelle Veränderung des Kollagengerüsts im hinteren Glaskörperpol bedingt ist. Diese Veränderung wird durch zwei Theorien erklärt. Zum einen kommt es durch die Bündelung des Lichtes im prämakulären Bereich zu hohen Energiewerten, zum anderen werden durch die hohe Stoffwechselaktivität der Neuronen in der zentralen Netzhaut viele Metaboliten gebildet. Beides hat die Bildung freier Radikale zur Konsequenz, die zur Kondensation des Kollagens führen (Foos und Wheeler 1982; Ueno, Sebag et al. 1987). Dadurch entstehen flüssigkeitsgefüllte Hohlräume, auch Lakunen genannt.

Die hintere Glaskörperabhebung kann als Folge der Glaskörperverflüssigung angesehen werden. Dabei löst sich der Glaskörper von seinen physiologischen retinalen Anheftungsstellen peripapillär (Martegiani-Ring) und im Makulabereich ab und es ergießt sich Flüssigkeit aus den Lakunen in den retrohyaloidalen Raum (Foos 1972; Sebag 1987; Sebag 1987). Die Glaskörpergrenzmembran hebt sich von der Oberfläche der Netzhaut ab. Der kollabierende Glaskörper übt nun Zug an verbliebenen Kontaktstellen zwischen Netzhaut und Glaskörperkollagen aus und kann dadurch Defekte der Netzhaut, vor allem in Bereich vorbestehender Netzhautdegenerationen, verursachen. Die dabei entstehenden Netzhautrisse haben oft die Form eines so genannten Hufeisenrisses (Okun 1961; Rutnin und Schepens 1967; Straatsma, Zeegen et al. 1974; Byer 1982; Messmer 1990). Reißt ein Netzhautstück komplett aus, entsteht ein Rundloch (Rundforamen) (Okun 1961; Rutnin und Schepens 1967;

Byer 1982). Dem Gravitationsgesetz folgend bilden sich die Löcher bevorzugt in der oberen Fundushälfte (Fatt und Shantinath 1971). Häufig ist der Glaskörper auch an retinalen Gefäßen angeheftet; kommt es hier zur Traktion, kann sich zusätzlich eine intraokulare Blutung entwickeln. Die Traktionskräfte und die sich permanent bewegende Flüssigkeit wirken den oben genannten Adhäsionsmechanismen entgegen (Rosengren und Osterlin 1976). Wenn durch die entstandenen retinalen Defekte Flüssigkeit eindringt, löst sich die neurosensorische Netzhaut vom Pigmentepithel ab.

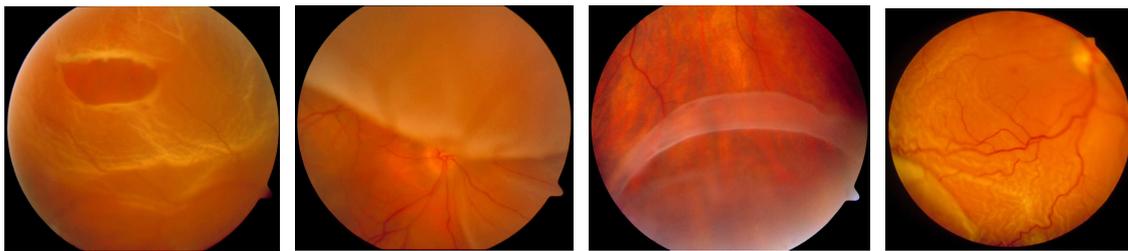


Abbildung 1.1.: Lochbildung und Ablösung der Netzhaut

Aufzuführen sind noch folgende Sonderformen der rhegmatogenen Ablatio retinae:

Von einem Riesenriss spricht man bei Netzhautdefekten von mehr als 90° der Funduszirkumferenz, ein Defekt zwischen Ora serrata und Pars plana wird als Oradialyse bezeichnet (Lean 1993). Subklinisch wird eine Netzhautablösung dann genannt, wenn sie sich einen Papillendurchmesser vom Lochrand, jedoch höchstens zwei Papillendurchmesser zentral des Äquators ausbreitet (Davis 1973).

Traktive Ablatio retinae:

Zur traktiven Ablatio retinae kommt es durch vitreoretinale Zugkräfte. Diese könne zum einen durch Gefäßeinsprossungen in den Glaskörperraum verursacht werden, wie zum Beispiel im Rahmen der proliferativen diabetischen Retinopathie. Weitere Ursachen sind Narbenbildung innerhalb der Netzhaut selbst, wie sie als Folge von Traumata oder Netzhautoperationen beobachtet werden können, oder durch Kontraktion präretinaler Membranen unterschiedlicher Genese.

Exsudative Ablatio retinae:

Bei spezifischen Krankheiten wie intraokularen Tumoren oder Entzündungen kann sich aufgrund einer Schrankenstörung (z.B. Zusammenbruch der Blut-Retina-Schranke bei Uveitis) eine exsudative Ablatio retinae mit Flüssigkeitsansammlung zwischen Pigmentepithel und sensorischer Retina entwickeln.

Die wohl am meisten gefürchtete Komplikation bei der Amotio retinae ist die so genannte Proliferative Vitreoretinopathie, kurz PVR. Durch die Netzhautlöcher können neben Blutbestandteilen auch Zellen aus dem Pigmentepithel in den Glaskörperraum eindringen. Da diese Zellen zu unkontrollierter Proliferation neigen, bilden sich sub- und epiretinale Membranen, die wiederum durch narbigen Zug eine Traktionsablatio verursachen können (Grisanti, Wiedemann et al. 1993).

1.2. Bekannte Risikofaktoren für die rhegmatogene Netzhautablösung

Ein wesentlicher Risikofaktor bei der Entstehung der Netzhautablösung sind Schwachstellen in der Netzhaut, die vor allem in der Netzhautperipherie beobachtet werden können und unterschiedliche Ursachen haben. In den meisten Fällen handelt es sich um Veränderungen ohne Krankheitswert, d.h. eine Therapie ist nicht nötig. Dennoch bestehen in diesen Arealen Verwachsungen mit dem Glaskörper, die später im Rahmen der Glaskörperabhebung die Entstehung einer Netzhautablösung begünstigen können. Schwachstellen bzw. kleine Defekte in der Netzhaut sind als solche nicht selten (Byer 1974; Byer 1979).

Circa sechs Prozent der Erwachsenen haben Foramina in der Netzhaut, wobei es sich in etwa 75 Prozent um atrophische Rundlöcher und in 25 Prozent um zugbedingte Löcher handelt (Okun 1961; Rutnin und Schepens 1967; Straatsma, Zeegen et al. 1974; Byer 1982; Messmer 1990). Die meisten dieser Löcher bleiben asymptomatisch, stellen jedoch einen Risikofaktor dar und sollten deshalb regelmäßig beobachtet werden. Bei symptomatischen Netzhautdefekten (z.B. Wahrnehmung von Blitzen) wird in der Regel eine Laserbehandlung im Randbereich des Defektes durchgeführt, um eine Progression zu verhindern (Meyer-Schwickerath 1989). Eine gewisse Prädisposition zur Netzhautablösung stellt die Kurzsichtigkeit (Myopie) dar. Aufgrund der über der Norm liegenden Größe des Auges ist die Netzhaut hier einer besonderen Dehnung ausgesetzt. Die vor allem bei myopen Patienten auftretenden peripheren, degenerativen Netzhautareale („Schnecken Spuren“) stellen nur dann ein Risiko dar, wenn sie atrophische Rundlöcher beinhalten (Lean 1993). Die Entstehung der Netzhautablösung im Rahmen der Myopie ist ein multifaktorielles Geschehen. Mehrere Faktoren wie die Ausdünnung der peripheren Retina, eine frühere Verflüssigung und Abhebung des Glaskörpers sowie die höhere Prävalenz von gitterigen Netzhautdegenerationen wirken hier synergistisch (Curtin 1985). Ein sehr geringes Risiko für die Entwicklung einer Netzhautablösung schreibt man weiteren Veränderungen wie den „retinal tufts“, meridionalen Falten, Pflastersteindegenerationen und „white without pressure“ zu.

Bis zu zehn Prozent der Ablatiopatienten entwickeln auch am anderen Auge eine Ablösung. Bei vorangegangenen Operationen an der Linse (Operation des grauen Staars mit Einpflanzung einer Kunststofflinse (Pseudophakie)) ist das Risiko ebenfalls erhöht. Bei circa einem Prozent der heute üblichen extrakapsulären Kataraktoperationen kommt es postoperativ zu einer Amotio retinae, vor allem wenn im Rahmen der Operation Komplikationen wie ein Defekt der Linsenkapsel auftraten. Ziel bei diesen Operationen sollte daher die Schonung der Linsenhinterkapsel sein (Javitt, Vitale et al. 1991). Patienten bei denen keine Kunstlinse in das Auge eingesetzt wird (Linsenlosigkeit (Aphakie)) haben ein Risiko von über zwei Prozent (Scheie, Morse et al. 1973). Auch eine spätere Eröffnung der Linsenkapsel zur Beseitigung des in bis zu 50% auftretenden Nachstaars mit dem Nd:YAG-Laser erhöht das Ablatorisiko (Javitt, Tielsch et al. 1992).

Bei stumpfen Traumen kann es durch die Kompression des Bulbus ebenfalls zu Einrissen in der Netzhaut, häufig in der Ora serrata, kommen.

1.3. Klinik der hinteren Glaskörperblutung und der rhegmatogenen Netzhautablösung

Bei der symptomatischen hinteren Glaskörperabhebung klagen die Patienten über plötzlich auftretende fliegende Mücken, auch bekannt als „Mouches volantes“, im Gesichtsfeld. Diese entstehen im Rahmen der Glaskörperverflüssigung und -abhebung durch eine Verdichtung der Kollagenfasern des Glaskörpers. Die Glaskörperabhebung kann aber auch unbemerkt, also asymptomatisch ablaufen. Oftmals werden Lichtblitze (Photopsien) beschrieben, die entstehen, wenn die Photorezeptoren durch den Glaskörperzug gereizt werden. Diese Blitze können allerdings auch schon Symptome der Netzhautablösung sein. Des Weiteren klagen Patienten mit Ablatio retinae über einen progredienten Schatten im Gesichtsfeld, der mit dem Ausmaß der Netzhautablösung korreliert. Beobachtet werden auch feine schwarze Punkte im Blickfeld („Russregen“), die durch Blutungen in den Glaskörperraum aus eingerissenen Blutgefäßen verursacht werden. Erreicht die Netzhautablösung die zentrale Netzhaut, den Bereich der Makula, können auch Metamorphopsien (Verzerrtsehen) sowie eine deutliche Sehverschlechterung als Symptome hinzukommen (Heuven und Zwaan 1992).

1.4. Epidemiologie der rhegmatogenen Netzhautablösung

Obwohl die Netzhautablösung mit einer jährlichen Inzidenz von ca. 1:10000 eine relativ seltene Augenerkrankung ist, kommt ihr große Bedeutung zu, da sie ohne suffiziente Therapie

zur Erblindung führt (Michaelson und Stein 1972). Die meisten Netzhautablösungen treten zwischen der 5. und 7. Dekade auf, in einer Lebensphase also, in der auch die hintere Glaskörperabhebung ihre höchste Prävalenz hat. Dies erklärt den engen Zusammenhang zwischen Netzhautablösung und Glaskörperabhebung. (Haimann, Burton et al. 1982; Messmer 1990; Byer 1994)

1.5. Behandlung der Patienten mit Netzhautlöchern ohne begleitende Netzhautablösung

Die akute hintere Glaskörperabhebung sollte Anlass für eine gründliche mehrmalige Fundusuntersuchung mit dem Kontaktglas bei weitgestellter Pupille sein. Bei schlechter Einsicht, etwa bei Glaskörperblutung, ist eine Ultraschalluntersuchung indiziert.

Eine prophylaktische Behandlung sollte bei Netzhautlöchern mit anhaltender Zugwirkung und mit nicht frei flottierendem Deckel erfolgen, beispielsweise zur Entlastung der Traktionswirkung bei Hufeisenrissen (Kramer und Benson 1977). Hat der Deckel keinen Kontakt mehr zur Retina, sollte nur bei symptomatischen Löchern in der oberen Zirkumferenz und bei Einblutungen in den Glaskörperraum therapiert werden. Die Indikation zur Laserkoagulation bei asymptomatischen Löchern kann bei einer positiven Ablatioanamnese des Partnerauges gegeben sein.

Zwei Methoden haben sich zur Prophylaxe der Netzhautablösung durchgesetzt. Bei der Laserkoagulation wird im Randbereich des Loches mit der Schaffung eines Riegels aus Laserherden durch die nachfolgende Narbenbildung eine feste Adhäsion der Netzhaut mit dem Pigmentepithel erreicht (Meyer-Schwickerath 1989). Im Rahmen der Kryokoagulation wird von außen (episkleral) eine Kryosonde auf den Netzhautdefekt projiziert und diese durch Kälteeinwirkung angefroren und dadurch verschlossen. Das Ausschwemmen von Pigmentepithelzellen mit der Gefahr einer PVR-Bildung ist bei der Kryokoagulation höher als bei der Laserung (Glaser, Vidaurri-Leal et al. 1993; Bonnet und Guenoun 1994).

1.6. Behandlung von Patienten mit rhegmatogener Ablatio retinae

Die Frage der optimalen Operationstechnik wird in ophthalmologischen Kreisen seit langem diskutiert und hat nichts an ihrer Aktualität verloren. Ziel aller modernen operativen Maßnahmen ist die Entlastung der ursächlichen Traktion, Tamponade des Netzhautdefektes und Wiederanlage der Netzhaut.

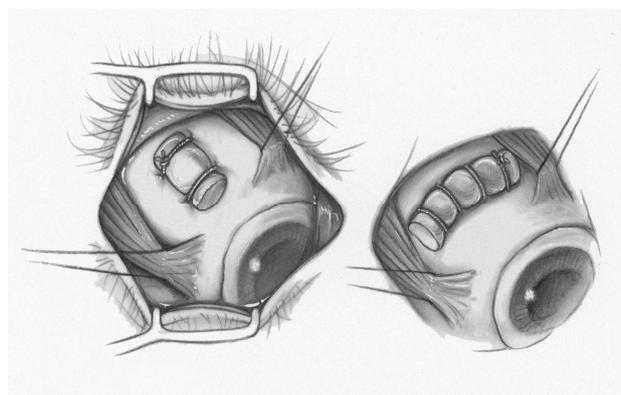
Die Entwicklung der uns heute zur Verfügung stehende Technik der skleraeindellenden Operation begann in der Mitte des 19. Jahrhunderts mit der Erfindung des Augenspiegels durch Hermann von Helmholtz, der die Diagnostik dieser schweren Augenerkrankung erst möglich machte (Helmholtz 1851). Da der Pathomechanismus allerdings lange Zeit nicht richtig verstanden wurde, waren die damaligen Therapieansätze wenig erfolgreich. Bereits um das Jahr 1805 leitete Ware subretinale Flüssigkeit durch einen Einschnitt in die Sklera (Sklerotomie) nach außen ab (Ware 1805). Graefe versuchte, die Flüssigkeitsansammlung über eine Inzision von Sklera und Retina in den Glaskörperaum zu drainieren (Graefe 1863). Da sich die subretinale Flüssigkeit jedoch schnell wieder nachbildete, wurde versucht, sie kontinuierlich über eine Skleraöffnung abzuleiten. Etliche Punktionsmethoden wurden erdacht wie Aspirationsspritzen und Trokare. Deutschmann punktierte erstmals mit einem Galvanokauter und Terson führte gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Elektrolysetechnik ein (Terson 1895; Deutschmann 1899; Wood 1911).

Im Jahr 1911 injizierte Ohm erstmals Luft in den Glaskörper um die Netzhaut von innen an die Bulbuswand zu drücken (Ohm 1911). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde eine Methode zur Skleraresektion entwickelt, da man vermutete, dass sich die Netzhaut wegen einer Ausdehnung der Aderhaut ablöst (Müller 1903; Blaskovics 1912; Eschnig 1914). Die therapeutischen Erfolge waren immer noch spärlich - nur circa jede tausendste Netzhaut konnte wiederangelegt werden (Vail 1912).

Erst Jules Gonin erkannte, dass eine Ablatio retinae durch ein Loch in der Netzhaut bedingt ist und nur durch den Verschluss dieses Loches erfolgreich behandelt werden kann. Mit einer Kombination aus Flüssigkeitsdrainage und direkter Thermokauterisation des Foramens erzielte Gonin eine Anlagerate von 57 Prozent. Erst mit der Veröffentlichung in englischer Sprache im Jahr 1930 fand Gonin auch international Anerkennung (Gonin 1920; Gonin 1930; Gonin 1930; Gonin 1934; Rumpf 1976).

Im Anschluss wurden zur Induktion chorioretinaler Narben von Bietti die Kryotherapie und von Larsson die Diathermie eingeführt (Larson 1932; Bietti 1933). Rosengren empfahl zusätzlich zur Diathermie eine intravitreale Lufteingabe bei Foramina in der oberen Fundushälfte (Rosengren 1938). In den 40er Jahren wurde die Netzhautablösung durch die Diathermieteknik mit zusätzlicher Drainage der subretinalen Flüssigkeit behandelt (Weve 1932; Safar 1933; Pischell 1944). Auch die Skleraresektion wurde weiterentwickelt (Lindner 1933). Mit Einführung der lamellären Skleraresektion durch Shapland, Friemann, Dellaporta und Paufigue konnten bei geringerer Komplikationsrate beachtliche Erfolge erzielt werden (Dellaporta 1951; Friemann 1951; Paufigue und Hugonnier 1951; Shapland 1951). Mit Hilfe

einer Reffnahrttechnik nach Weve konnte ein Buckeleffekt über dem Netzhautloch erzielt werden (Weve 1949). Custodis erkannte, dass diese Dellwirkung oftmals zu gering war und führte im Jahre 1949 die erste Plombenoperation mit einer Polyviolplombe durch. Vor der Plombenaufnäherung koagulierte er das Loch durch Diathermie, auf eine Punktion verzichtete er (Custodis 1953; Hoerauf, Heimann et al. 2008). Die zirkuläre Plombe wurde in den 1950er Jahren von Grignolo und Schepens eingeführt und „Cerclage“ („Gürtelfaden“) genannt (Grignolo 1956; Schepens, Okamura et al. 1957). Auf Grund der skleraschädigenden Wirkung der Diathermie wurde aber noch bis in die 60er Jahre auf die lamelläre Skleraresektion gesetzt, da bei der Plombenmethode nach Custodis die Komplikationsrate relativ hoch war. Dies verbesserte sich mit der Entwicklung der Photokoagulation durch Meyer-Schwickerath. Ihm gelang es zuerst mittels Sonnenlicht, später mit Hilfe einer Carbon- und Xenonbogenlampe eine chorioretinale Narbenbildung zu induzieren (Meyer-Schwickerath 1949; Meyer-Schwickerath 1960). Auch die Diagnostik wurde verbessert. So führte Schepens die indirekte Ophthalmoskopie und Goldmann das 3-Spiegel-Kontaktglas ein (Schepens 1947; Goldmann 1954). Der Vater der modernen Plombenchirurgie ist der New Yorker Augenarzt Lincoff, der die Operationsmethode nach Custodis entscheidend verbesserte. Er operierte ab 1963 mit Kryoretinopexie und ab 1965 mit einer besser verträglichen Silikonschaumplombe, der so genannten „Lincoff-Sponge“. Die Komplikationsrate konnte er senken, indem er zumeist von einer Punktion absah und die Diathermie durch die weniger skleraschädigende Kryotherapie ersetzt (Lincoff, Baras et al. 1965; Lincoff, O`Connor et al. 1970; Kreissig und Lincoff 1971). Lincoff war es auch, der Regeln zum Auffinden des Netzhautloches definierte, die auch heute noch Gültigkeit besitzen (Lincoff und Gieser 1971). Die von Lincoff eingeführte Operationsmethodik wird im Wesentlichen noch heute, auch an der Augenklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, durchgeführt und soll in dieser Arbeit intensiv begutachtet und diskutiert werden.



Custodis 1949

Lincoff 1965

Abbildung 1.2.: Eindellung der Netzhaut auf Höhe des Netzhautlochs durch eine Plombe

Das Ende in der Entwicklung der Ablatiochirurgie war jedoch längst nicht erreicht. Durch die Injektion von Gasen wurde versucht in bestimmten Situationen die Netzhaut von intraokular wieder zur Anlage zu bringen. Dieses fortan als „pneumatische Retinopexie“ bezeichnete Verfahren wird vor allem in den Vereinigten Staaten bei umschriebenen Netzhautablösungen in der oberen Zirkumferenz verwendet, hat aber eine relativ hohe Komplikationsrate (Hilton und Grizzard 1986; Poliner, Grand et al. 1987). Eine Modifikation der skleraeindellenden Operation bestand in der Ballonoperation nach Kreissig und Lincoff. Dabei wird eine Tamponade des Netzhautforamens durch einen episkleral aufgebrauchten kleinen Ballon erreicht. Nach der Wiederanlage der Netzhaut wird der Ballon wieder entfernt. Dieses schonende, aber auch sehr aufwendige Verfahren konnte sich nicht etablieren (Langmann 2004).

Ein wichtiges weiteres Kapitel in der Augenchirurgie wurde von Machemer 1972 mit der Einführung der pars plana Vitrektomie (Entfernung des Glaskörpers) aufgeschlagen (Machemer, Buettner et al. 1971). Durch diese Operationstechnik kann die Netzhaut „von innen“ von Traktionen befreit und die Netzhautlöcher durch Endolaser verschlossen werden. Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der vitreoretinalen Chirurgie ermöglichen dank einer fortschreitenden Miniaturisierung der Operationsinstrumente nahtlose und transkonjunktivale Zugänge (Bartz-Schmidt, Szurman et al. 2008; Tsang, Cheung et al. 2008). Beide Operationstechniken, die Plombenoperation wie auch die pars plana Vitrektomie, haben die Entlastung vitreoretinaler Traktionen zum Ziel. Ob die Amotio retinae besser von extraokular mit einer Plombe oder von intraokular durch eine Vitrektomie versorgt werden sollte, ist bis zum heutigen Zeitpunkt Gegenstand ophthalmologischer Debatten. Weitgehend akzeptiert ist allerdings die Buckelchirurgie als Methode der Wahl bei einfachen Ausgangsbedingungen (z.B. klare Ein-Lochsituation, umschriebene Ablatio retinae), wohingegen die pars plana Vitrektomie bei komplizierten Fällen, beispielsweise mit fortgeschrittener PVR-Reaktion, favorisiert wird. Netzhautablösungen mittelschwerer Komplexität sind jedoch nicht einheitlich klassifiziert und eine etablierte Therapieempfehlung existiert noch nicht. In der SPR-Studie (scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment) wurden die Vor- und Nachteile beider Techniken bei Ablationes mit mittelschweren Ausgangsbedingungen untersucht (Heimann, Hellmich et al. 2001; Heimann 2005; Heimann, Bartz-Schmidt et al. 2007; Feltgen, Weiss et al. 2007). Zumindest für Netzhautablösungen mit pseudophakem oder aphakem Linsenstatus konnte darin eine Überlegenheit der pars plana Vitrektomie in Bezug auf das anatomische Ergebnis aufgezeigt werden. Die Ergebnisse der genannten Studie mit prospektivem, multizentrischem Design

repräsentieren bei dieser kontroversen Thematik zwangsläufig interindividuelle Variationen in der Operationstechnik, zudem wurden die Ein- und Ausschlusskriterien nicht zentral beurteilt. Die Ergebnisse der SPR-Studie spiegeln also ein generalisiertes Bild der Krankenversorgung wieder und sind nur mit Vorsicht mit den Resultaten spezialisierter Zentren zu vergleichen.

2. Zielsetzung

Die vorliegende retrolektive prospektive Studie soll den Stellenwert der seit langem praktizierten Plombenoperation in der modernen Augenchirurgie in Gegenwart neuer Entwicklungen im Bereich der pars plana Vitrektomie untersuchen, die den „ab interno“ Zugang zunehmend attraktiver werden lassen.

In einem ersten Schritt sollen prä- und intraoperative Einflussfaktoren auf das Operationsergebnis evaluiert werden, die zur Verfeinerung der Plombenchirurgie beitragen können und Hypothesen für nachfolgende Untersuchungen liefern.

Die Analyse soll über alle Fälle und in einer näheren Differenzierung über drei Gruppen abhängig vom Schweregrad der präoperativen Ausgangssituation erfolgen.

Zudem ist es ein weiteres Ziel, den Lernprozess der Operateure in der Plombenchirurgie im Rahmen einer derartigen Auswertung zu ermitteln.

3. Material und Methoden

3.1. Design und Ziel der Studie

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrolektive prospektive Auswertung einer konsekutiven Patientenserie die im Zeitraum von 26.02.2003 bis 20.12.2005 in der Augenklinik der Ludwig-Maximilians-Universität operiert wurde. Durchgeführt wurden die Operationen von zwei Operateuren, die zunächst gemeinsam operierten (erfasst als AB) und anschließend zu selbstständiger chirurgischer Tätigkeit übergingen (erfasst als A bzw. B). Vorausgegangen war jeweils eine mehrmonatige Phase der Assistenz bei skleraeindellenden Operationen, so dass beide Operateure mit dem Ablauf der Operation sehr gut vertraut waren. Insgesamt wurden 524 konsekutive Fälle ausgewertet.

3.1.1. Einschlusskriterien

In die Studie wurden alle Patienten eingeschlossen, die sich mit einer rissbedingten Abhebung der Netzhaut in der Augenklinik der Ludwig-Maximilians-Universität vorstellten, die Indikation für eine skleraeindellende Operation erfüllten und den beiden Operateuren zugeteilt wurden. Voraussetzung für den operativen Eingriff war eine schriftliche Einverständniserklärung des Patienten. Die Patienten wurden unabhängig von der präoperativen Sehschärfe, der Ausdehnung der Netzhautablösung, der Anzahl der sichtbaren Löcher sowie von Alter oder Geschlecht eingeschlossen.

3.1.2. Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen von der Studie waren Patienten mit anderen Ursachen für eine Netzhautablösung wie Exsudationen im Rahmen von Tumorerkrankungen oder zugbedingte Netzhautablösungen im Rahmen schwerer Verläufe der diabetischen Retinopathie.

3.2. Datenerfassung

Die Erfassung der Parameter erfolgte direkt aus den vorliegenden Krankenakten und Operationsberichten in eine festgelegte Tabelle in Microsoft Excel. Generell wurde „n.b.“ für „nicht beschrieben“ vermerkt, falls ein Wert in der Akte fehlte oder nicht eindeutig zu

bestimmen war. Diese Datenfelder blieben in der anschließenden Auswertung unberücksichtigt.

Folgende Parameter wurden erhoben:

3.2.1. Erfassung der präoperativen Daten

- Patientenummer
- Geburtsdatum des Patienten
- Geschlecht
- Rechtes oder linkes Auge
- Brechkraft des Auges (Refraktion, in Sphärischem Äquivalent)
- Dauer der Ablatiosymptomatik: Gruppe I: Dauer von drei oder weniger Tagen, Gruppe II: Vier oder fünf Tage, Gruppe III: Sechs bis acht Tage, Gruppe IV: Neun bis zwölf Tage und Gruppe V: Mehr als zwölf Tage. Gruppe VI betrifft Patienten, die über keine eindeutigen Symptome berichteten.
- Der Status der Linse wurde eingeteilt in die drei Gruppen: Gruppe I: klare Linse bzw. beginnende Katarakt (Cataracta incipiens), Gruppe II: fortgeschrittene Katarakt (Cataracta protracta) sowie Gruppe III: Zustand nach Kataraktoperation mit oder ohne Implantation einer Kunstlinse (Pseudophakie/Aphakie).
- Makulabeteiligung ja oder nein.
- Ausdehnung der Ablatio: Neben der absoluten Ausdehnung gemessen an Stunden der Funduszirkumferenz anhand der präoperativen Fundusskizze (insgesamt zwölf Stunden, vergleichbar mit dem Ziffernblatt einer Uhr) wurden die Grenzen der Ablatio in numerischen Werten dokumentiert. Dies ermöglicht eine exakte Erfassung der Ablatiolokalisation.

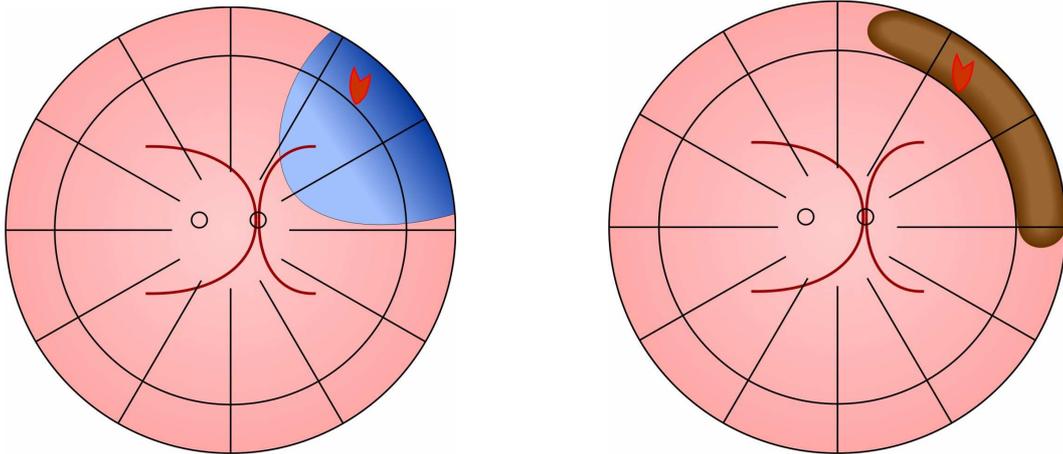


Abbildung 3.1.: Skizzen der Netzhaut vor und nach der Operation

- Art der Netzhautablösung: Falls beschrieben wurde zwischen einer flachen, einer hohen und Sonderformen einer rhegmatogenen Ablatio unterschieden.
- In einer numerischen Spalte wurde die absolute Anzahl der retinalen Foramina eingetragen. Zur genaueren Aufgliederung wurde in vier verschiedenen Spalten zusätzlich die Foramenanzahl pro Netzhautquadranten festgehalten.
- Folgende acht Untergruppen wurden zur Klassifizierung der Netzhautdefekte definiert: Hufeisenforamen, Rundforamen, deren Kombination, peripheres Foramen zusammen mit einem zentraler gelegenen Foramen, radiärer Netzhautriss, Orariss, Riesenriss sowie Riesenriss mit weiteren Foramina in Kombination.
- Die Einteilung der präoperativen Proliferativen Vitreoretinopathie (PVR) erfolgte nach in einer vereinfachten Version der Klassifikation von Machemer et al. (Machemer, Aaberg et al. 1991): Entsprechend wurde unterschieden nach: keine PVR, PVR A (Pigmentverdichtung im Glaskörperraum), PVR B (eingerollte Netzhautlochränder) und PVR C (PVR-Membran mit Faltenbildung); eine Differenzierung nach anteriorer und posteriorer PVR C wurde nicht getroffen.
- Eine präoperativ diagnostizierte vitreale Blutung wurde in einer dichotomen Spalte festgehalten.
- Gruppenbildung nach präoperativer Ausgangslage: Gruppe 1 (Einfache Fälle): Ein-Foramen-Situation, keine PVR oder PVR A, Myopie ≤ 7 dpt. Gruppe 2 (Mittelschwere Fälle): Kein Foramen, mehrere Foramina, keine PVR oder PVR A, Myopie ≤ 7 dpt. Gruppe 3 (Komplizierte Fälle): Kein Foramen, mehrere Foramina, PVR B oder PVR C, Myopie > 7 dpt.

3.2.2. Erfassung der intraoperativen Daten

- Differenzierung nach Operateuren, wie beschrieben in AB, A bzw. B.
- Punktionsverfahrens zur Drainage subretinaler Flüssigkeit: keine Punktion, Punktion mit Elektrolyse, Punktion mit einer Kanüle, die beiden zuletzt genannten in Kombination oder iatrogene Punktion beim Setzen der Ankerfäden.
- Art der eindellenden Plombe: limbusparallel wurden 2,0mm, 2,5mm und 5,0mm Schaumstoffplomben sowie 4,0mm Bänder als Cerclagen eingesetzt. Als radiäre Plomben wurden halbierte 5,0mm und halbierte 7,5mm Schaumstoffplomben implantiert. Auch Kombinationen aus zwei Plomben wurden verwendet.
- Intraokuläre Injektionen: Schwefelhexafluoridgas (SF₆-Gas), Luft, balanced salt solution (BSS), SF₆-Gas zusammen mit BSS oder keiner Injektion.
- Intraoperativ aufgetretene Komplikationen: Subretinale Blutung, subretinale Blutung mit Makulabeteiligung, vitreale Blutung, nicht näher bezeichnete Blutung, gerissener Ankerfaden und Netzhauttrauma bei Punktion. In seltenen Fällen kam es zu zwei der genannten Komplikationen.
- Die Operationsdauer in Minuten laut Operationsprotokoll.

3.2.3. Erfassung der postoperativen Daten

- Postoperativer Netzhautbefund: Als wohl wichtigster Punkt der Studie wurde der Status der Netzhaut einen Tag nach der Operation festgehalten (primäre Anlagerate). Als Operationserfolg gewertet wurden eine anliegende Retina und Netzhautbefunde mit einer Restfeuchte, die sich im Verlauf resorbierte. Persistierende Netzhautablösungen und solche mit postoperativ neu zu bewertender Lochsituation wurden als Misserfolg dokumentiert. Insgesamt flossen 524 Fälle in die Auswertung der initialen Operationsergebnisse ein.
- Im Fall einer persistierenden Ablatio retinae wurde die Operationsmethode bei weiteren Interventionen dokumentiert: Pars-plana-Vitrektomie, pneumatische Retinopexie, Laserkoagulation sowie Plombenergänzung oder -verlegung bei nicht ausreichend tamponiertem Foramen.
- Wie nach der ersten wurde auch nach der zweiten Operation der Netzhautstatus dokumentiert (sekundäre Anlagerate).

- Postoperativen Komplikationen (Aderhautamotio, epiretinale Membranbildung, Plombenluxation, Plombenbettentzündung, persistierende Schmerzen, Diplopie, Gefäßverschluss, plombenbedingtes Fremdkörpergefühl, Endophthalmitis) wurden ebenso wie der Zeitpunkt ihres Auftretens notiert.

3.2.4. Dokumentation der rezidivierenden Netzhautablösungen

Definiert ist die rezidivierende Netzhautablösung als erneute Abhebung der Netzhaut nach einem initial sicher dokumentierten Operationserfolg im Sinne einer anliegenden Netzhaut. Andere Fälle in denen keine sichere Anlage beobachtet werden konnte, werden als persistierende Netzhautablösung bezeichnet. Als Ursachen für eine rezidivierende Ablatio retinae, im Folgenden als Reablatio bezeichnet, kommen ein erneutes Foramen im oder außerhalb des Bereichs der Plombe, ein nicht optimal auf dem Plombenbuckel liegendes Foramen oder eine Proliferative Vitreoretinopathie in Frage. In einigen Fällen war die Genese nicht eindeutig zu klären.

Im Falle einer Reablatio wurde das Zeitintervall von der primären Operation bis zur Diagnose der Reablatio erfasst. Unterschieden wurde dabei zwischen Zeitspannen nach einer oder zwei Wochen, nach einem, zwei, drei, mehr als drei, mehr als sechs und mehr als 12 Monaten.

Die Operationstechnik zur Behandlung der Reablatio (Pars-plana-Vitrektomie, Plombennachlegung und Plombenverschiebung, Gaseingabe und Laserkoagulation) sowie der Status der Netzhaut nach Therapie der Reablatio wurden dokumentiert.

Von der Auswertung der Reablationes wurden definitionsgemäß 80 Fälle ausgeschlossen, die nach der ersten Operation eine persistierende Netzhautablösung aufwiesen.

Es wurde bei der Auswertung darauf geachtet, dass für jeden Patienten eine Zeitspanne von mindestens 6 Monaten nach der Operation dokumentiert werden konnte. War dies anhand der in der Klinik vorliegenden Akten nicht möglich, wurde der Netzhautbefund stichprobenartig beim niedergelassenen Augenarzt telefonisch erfragt. Ferner mussten 7 Fälle ausgeschlossen werden, bei denen das Intervall zwischen Operationsdatum und Stichtag der Datenauswertung weniger als 6 Monate betrug.

Somit beläuft sich die Anzahl der Augen in dieser Gruppe auf 437.

3.3. Datenauswertung:

Die erhobenen Daten wurden in verschiedenster Hinsicht ausgewertet:

- Deskription des Patientenkollektivs
- „Primäre“ Anlagerate nach der ersten Operation gemeinsam und für jeden Operateur (Operationserfolg).
- „Sekundäre“ Anlagerate nach einer erneuten Operation im Falle von persistierenden Netzhautablösungen gemeinsam und für jeden Operateur (Operationserfolg).
- Anteil, Ursachen, Zeitintervall, Therapieverfahren und -ergebnis der Reablationes nach initial erfolgreich therapierter Netzhautablösung gemeinsam und für jeden Operateur.
- Einfluss diverser prä- und intraoperativer Parameter auf das Operationsergebnis.
- Unterschiede zwischen den beiden Operateuren und Lernkurve.

3.4. Statistische Verfahren

Sämtliche deskriptiven und interferenzstatistischen Auswertungen erfolgten unter SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Zur Exploration möglicher kategorialer Einflussfaktoren auf die primäre Anlagerate im postoperativen Netzhautbefund kamen der Chi-Quadrat-Test nach Pearson, Fishers exakter Test (bei Verletzung der Annahmen von Pearsons Chi-Quadrat-Test) bzw. der Chi-Quadrat-Trendtest zum Einsatz. Mittelwertvergleiche wurden anhand von t-Tests vorgenommen. Hierbei wurden p-Werte $\leq 0,05$ als statistisch auffällig betrachtet.

4. Ergebnisse

4.1. Deskription des Patientenkollektivs

Bei der Geschlechtsverteilung lag der Anteil der männlichen Patienten bei 321 (60,7%) und der Anteil der weiblichen Patienten bei 208 (39,3%). Das Alter der Patienten wurde für den Tag der Operation berechnet. Der jüngste Patient war 15, der älteste 96 Jahre alt. Der Altersmedian lag bei 60 Jahren für die Männer und bei 62 Jahren für die Frauen, das Durchschnittsalter betrug 58,3 Jahre bei den männlichen und 60,2 Jahre bei den weiblichen Patienten. Einen genauen Überblick über die Alters- und Geschlechtsverteilung gibt Abbildung 4.1.:

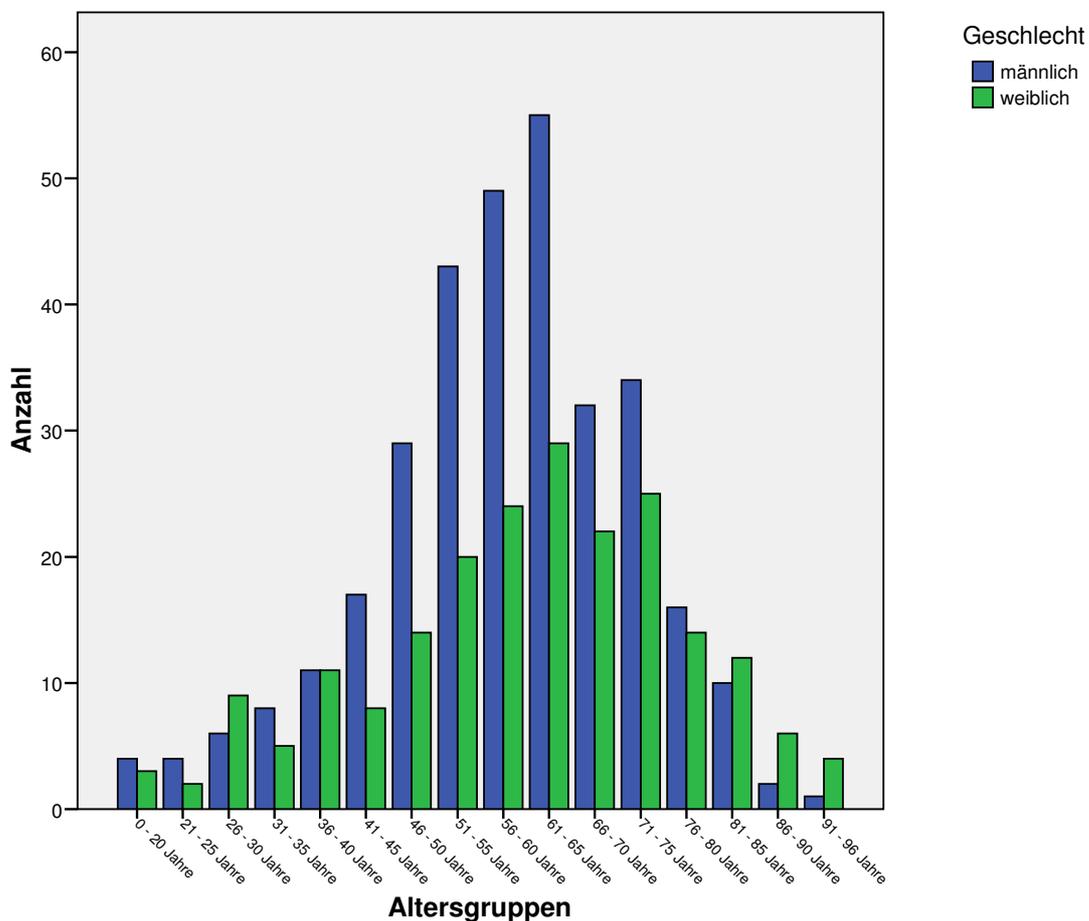


Abbildung 4.1.: Alters- und Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs

Hier zeigt sich bei beiden Geschlechtern ein gehäuftes Auftreten der Netzhautablösung in den Altersgruppen von 51 bis 75 Jahren, der Häufigkeitsgipfel liegt in der Gruppe 61 - 65 Jahre. Die Geschlechtsverteilung ist bis zum 40. Lebensjahr eher ausgeglichen, vom 41. bis zum 75.

Lebensjahr überwiegen deutlich die Männer und jenseits des 80. Lebensjahres sind mehr Frauen betroffen.

Was die Lokalisation der Ablatio betrifft, so wurden 284 (53,6%) rechte Augen und 246 (46,4%) linke Augen operiert. Bei den männlichen Patienten überwogen die rechten Augen mit 55,3% zu 44,7% leicht, bei den Frauen war das Verhältnis mit 51% zu 49% annähernd ausgeglichen.

4.2. Allgemeine Operationsergebnisse

4.2.1. Einleitung

Der Quotient aus der Summe der initial erfolgreich verlaufenden Plombenoperationen und der Gesamtzahl der operierten Patienten ergibt die primäre Anlagerate der Netzhaut. Eine Operation wurde als erfolgreich gewertet, wenn die Netzhaut postoperativ angelegen ist oder eine noch bestehende Restfeuchte resorbiert wurde und die Netzhaut im Verlauf zur Anlage kam. Aus dem Anteil der trotz Plombenoperation fortbestehenden Netzhautablösungen kann die Rate der persistierenden Netzhautablösungen errechnet werden.

Die sekundäre Anlagerate beschreibt den Anteil der nach dem ersten und, bei persistierenden Ablationes, nach dem zweiten Eingriff erfolgreich behandelten Netzhautablösungen.

In die Berechnung der Reablationes fließen nur Fälle ein, für die postoperativ ein Nachbeobachtungsintervall von mindestens 6 Monaten zu überblicken war.

4.2.2. Primäre und sekundäre Anlagerate

Einen schematischen Überblick über die primäre und sekundäre Anlagerate gibt Abbildung 4.2.:

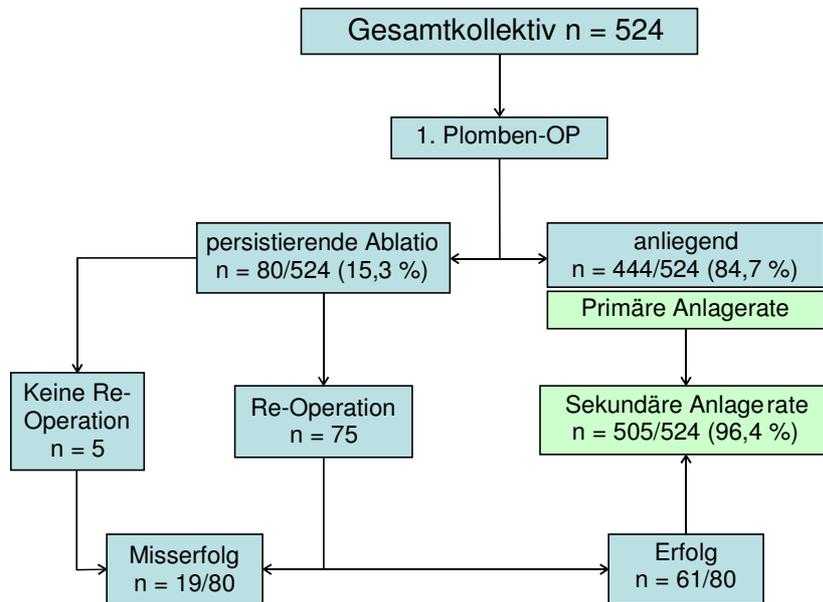


Abbildung 4.2.: Organigramm der primären und sekundären Anlagerate

Von den 524 Patienten, die erstmals bei rhegmatogener Ablatio retinae mit einer Plombe versorgt wurden, konnte bei 444 postoperativ eine Wiederanlage der Netzhaut erzielt werden. Somit entspricht die primäre Anlagerate 84,7%. Mit einer erneuten Operation bei persistierender Netzhautablösung konnte bei 61 Augen die Netzhaut stabilisiert werden. Fünf Patienten wurden aus nicht näher definierten Gründen kein zweites Mal operiert. Diese Fälle wurden als Misserfolg gewertet. Somit errechnet sich eine sekundäre Anlagerate mit einem Wert von 96,4%.

Neun der 14 verbleibenden persistierenden Ablationes wurden ein drittes Mal behandelt - acht durch Vitrektomie und eine durch Laserkoagulation. Es gelang bei sechs dieser neun Netzhäute eine Wiederanlage, zwei entwickelten eine erneute Ablösung im Verlauf. Fünf Ablationes wurden kein drittes Mal operiert.

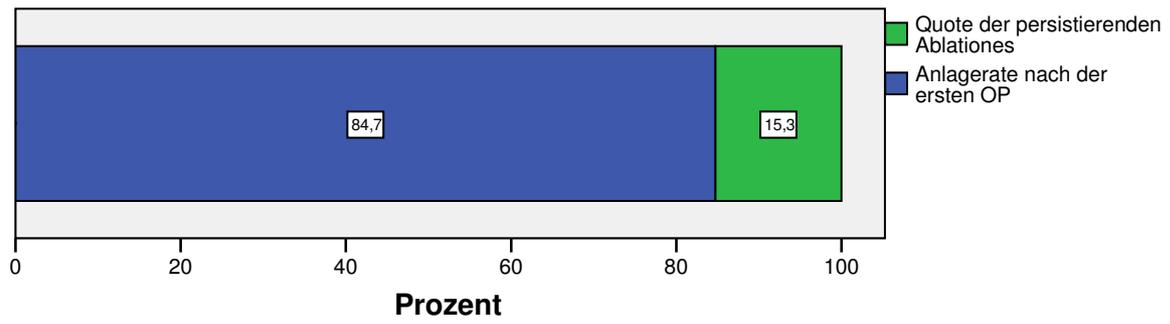


Abbildung 4.3.: Primäre Anlagerate

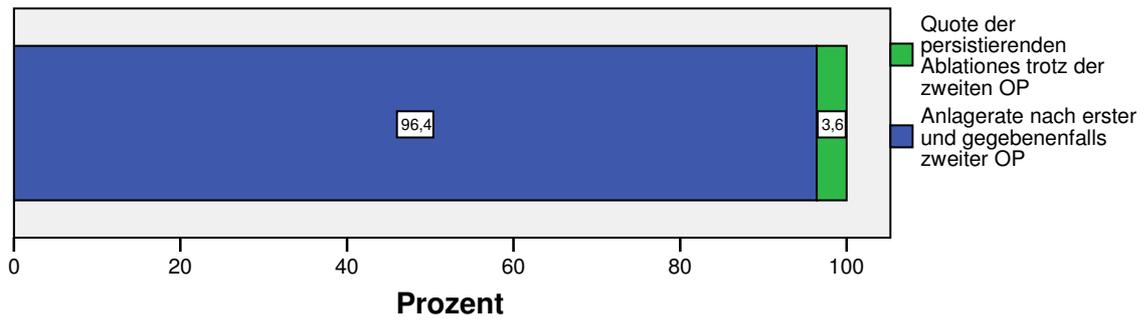


Abbildung 4.4.: Sekundäre Anlagerate

Häufigkeit und prozentualen Anteil der Operationsmethode sowie die dadurch erzielte Anlagerate bei persistierender Ablatio veranschaulichen Abbildung 4.5. und Tabelle 4.1.:

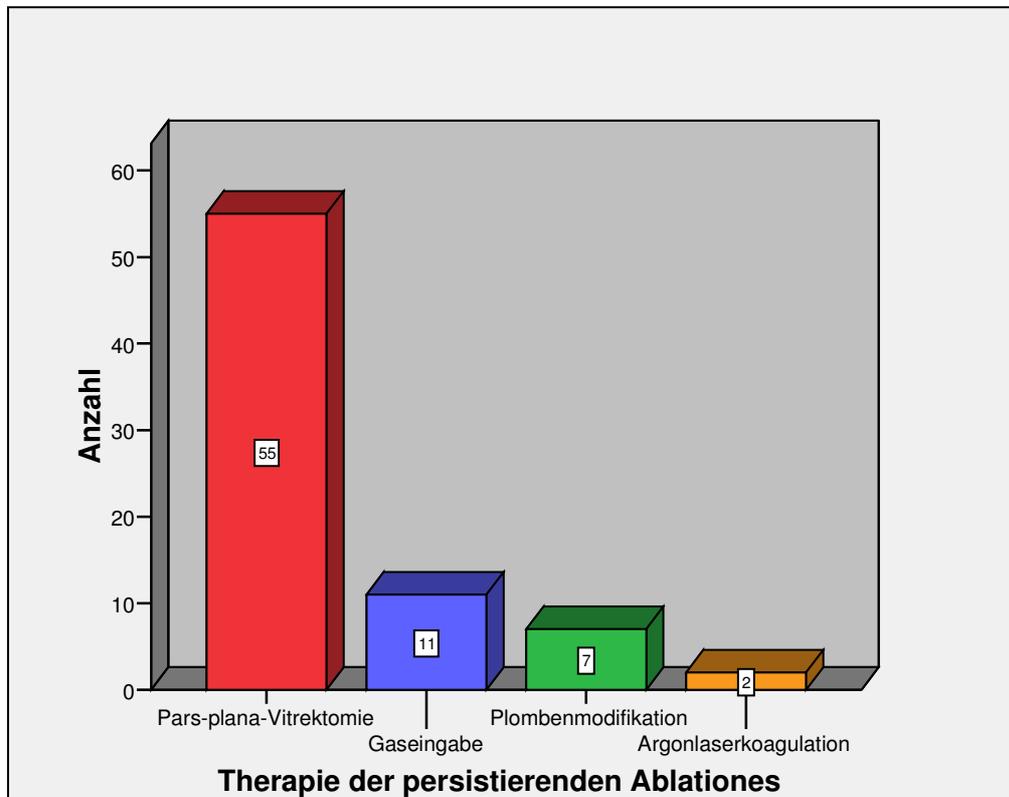


Abbildung 4.5.: Therapie der persistierenden Ablationes

Re-OP bei persistierender Ablatio	Anzahl (n=75)	Prozent	Anlagerate nach Re-OP
Pars-plana-Vitrektomie	55	73,3%	90,9%
Gaseingabe	11	14,7%	54,6%
Plombenmodifikation	7	9,3%	57,1%
Laserkoagulation	2	2,7%	50%

Tabelle 4.1.: Therapie bei persistierenden Ablationes

Wie aus Tabelle 4.1 ersichtlich ist, waren die Ergebnisse in der Vitrektomiegruppe mit einer Anlagerate von 90,9% deutlich besser als die Ergebnisse in der Patientengruppe mit Gaseingabe (54,6%). Um die Signifikanz zu prüfen, wurde ein χ^2 -Test durchgeführt. Der χ^2 -Wert nach Pearson war jedoch nicht zulässig, da Zellen in der 4-Felder-Tafel eine erwartete Häufigkeit von weniger als 5 aufwiesen. Mit dem Exakten Test nach Fisher ($p=0,008$) konnte allerdings ein Unterschied nachgewiesen werden. Die Nullhypothese kann somit auf dem 5%-Signifikanzniveau verworfen werden. Ein statistischer Vergleich in den Gruppen

Plombenmodifikation und Laserkoagulation wurde wegen der geringen Fallzahl nicht durchgeführt.

4.2.3. Reablationes

Einen schematischen Überblick der Anlageraten und der Reablationes gibt Abbildung 4.6.:

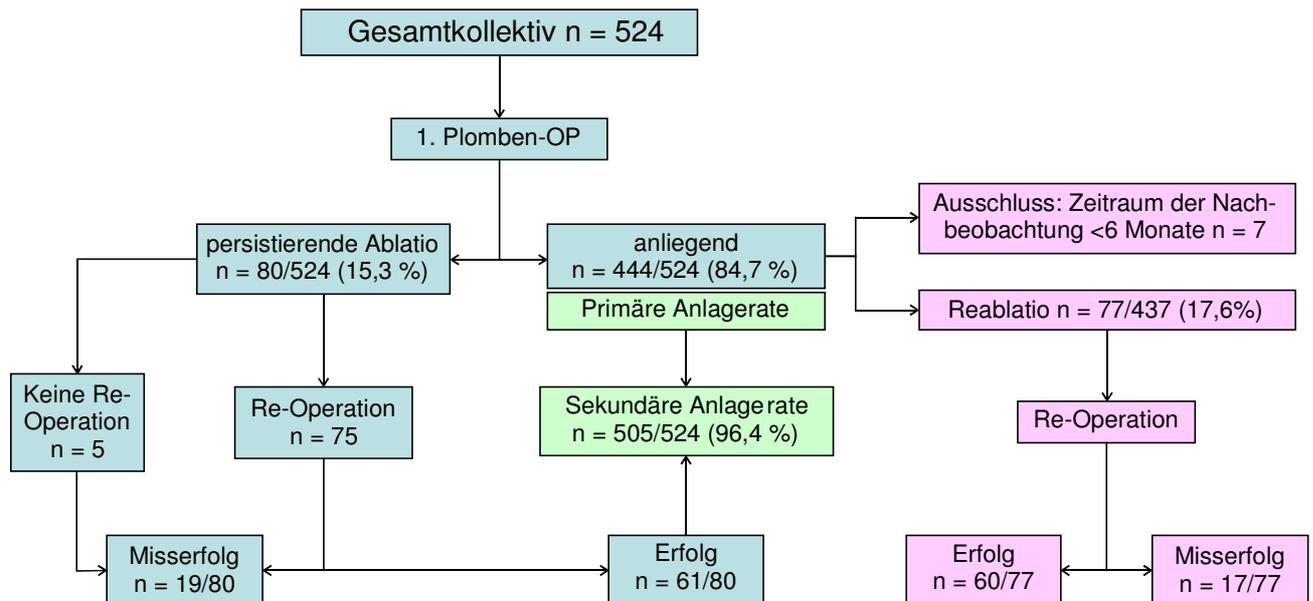


Abbildung 4.6.: Organigramm der Anlageraten und der Reablationes

Ein Teil der primär erfolgreich an einer Ablatio retinae operierten Patienten entwickeln im Zeitverlauf eine erneute Netzhautablösung. In diese Auswertung flossen 437 Fälle ein (siehe 3.2.4.). 360 (82,4%) Patienten hatten nach der ersten Operation einen stabilen Netzhautbefund über mindestens 6 Monaten und gelten als geheilt. 77 (17,6%) Patienten entwickelten eine Reablatio.

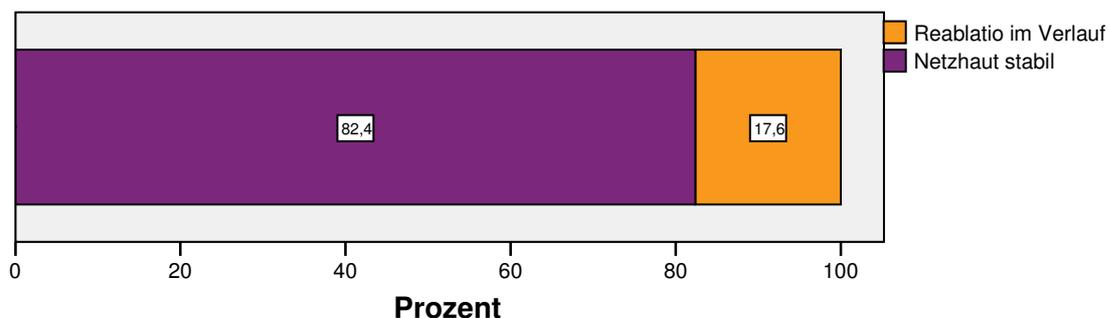


Abbildung 4.7.: Reablatioquote

Die Ursachen für eine Reablatio wurden bereits im Material und Methodenteil erwähnt. Tabelle 4.2. gibt einen Überblick über ihre Häufigkeit:

Genese der Reablatio	Anzahl (n=77)	Prozent
Genese nicht näher beschrieben	7	9,1%
Altes Foramen liegt nicht auf der Plombe	2	2,6%
Neues Loch im Bereich der Plombe	17	22,1%
Neues Loch außerhalb der Plombe	15	19,5%
PVR-Reablatio im Bereich der Plombe	27	35,1%
PVR-Reablatio im Bereich außerhalb der Plombe	7	9,1%
PVR-Reablatio, nicht näher beschrieben	2	2,6%

Tabelle 4.2.: Genese der Reablationes

Auffällig erscheint hier, dass der Anteil an PVR-Reablationes mit dem Anteil der Reablationes ohne PVR annähernd ausgeglichen ist (34 versus 36 Fälle). Wenn man die sieben Fälle mit unklarer Genese außer Acht lässt, ist die PVR zu 51,4% Ursache für eine Reablatio.

Mit 21 von 77 Fällen tritt eine Reablatio am häufigsten einen Monat nach Operation der Netzhautablösung auf. Wie aus Abbildung 4.6. ersichtlich wird, ereignen sich über die Hälfte der Reablationes im Zeitraum von zwei Wochen bis zwei Monate nach erfolgreicher Wiederanlage der Retina. Aber auch nach über einem Jahr bleibt ein geringes Restrisiko bestehen.

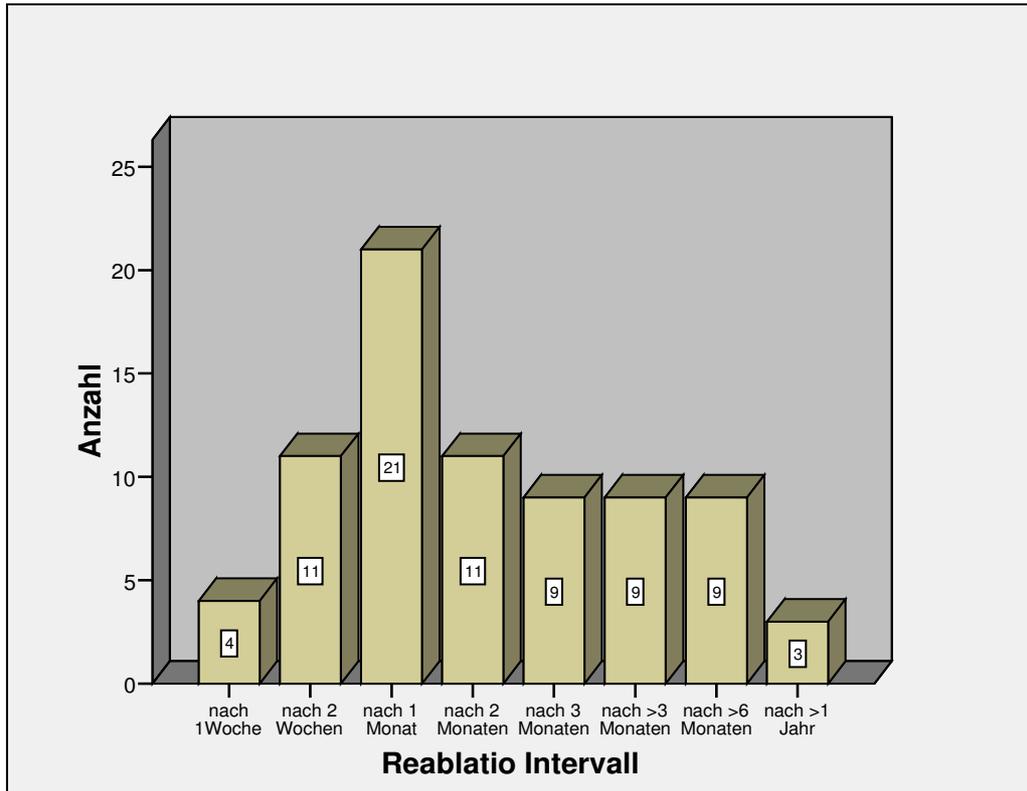


Abbildung 4.8.: Intervall bis zur Entwicklung einer Reablatio

Das Balkendiagramm in Abbildung 4.9. gibt Auskunft über die therapeutische Strategie bei Reablatio retinae. Die Anlagerate nach Therapie der Reablatio ist in Tabelle 4.3. aufgelistet:

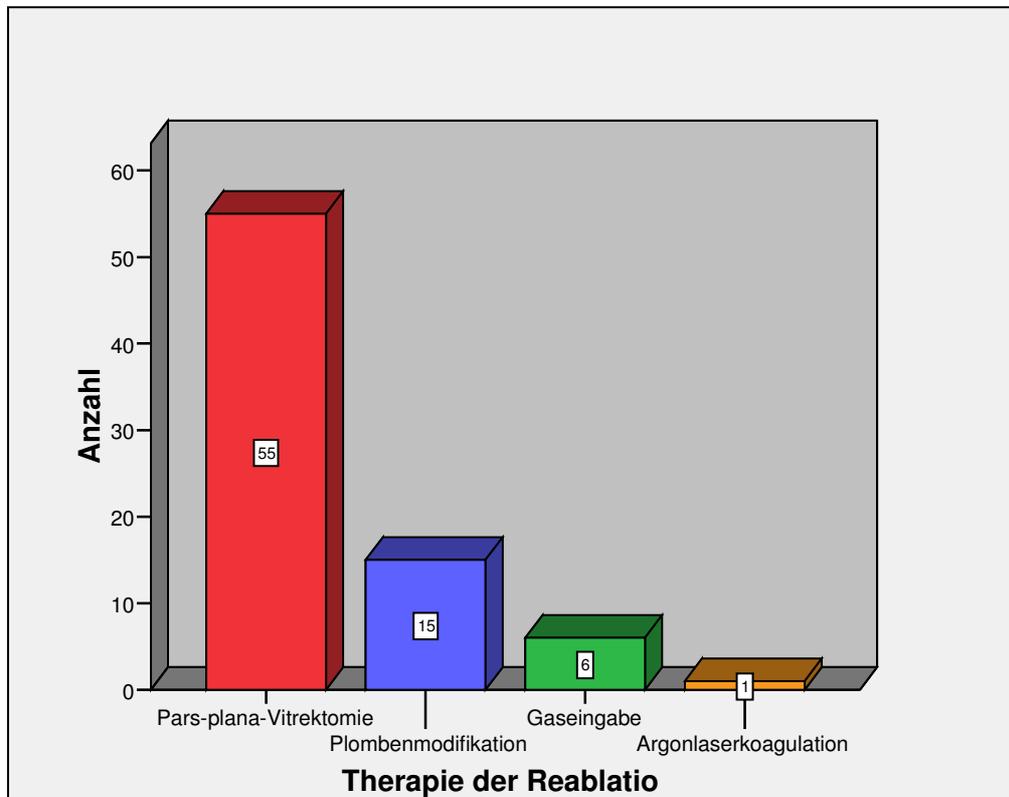


Abbildung 4.9.: Therapie der Reablatio

Therapie der Reablatio	Anzahl (n=77)	Prozent	Anlagerate nach Therapie der Reablatio
Pars-plana-Vitrektomie	55	71,4%	80%
Plombenmodifikation	15	19,5%	73,3%
Gaseingabe	6	7,8%	66,7%
Laserkoagulation	1	1,3%	100%

Tabelle 4.3.: Therapie der Reablatio

Insgesamt konnte mit den aufgeführten Therapieformen bei 60 von 77 (77,9%) Patienten eine Anlage der Netzhaut nach Reablatio erzielt werden.

Aus Tabelle 4.3. kann man erkennen, dass die Anlagerate in der Vitrektomiegruppe mit 80% besser ist als die Anlagerate in der Patientengruppe mit Plombenmodifikation (73,3%). Um die Signifikanz zu prüfen, wurde auch hier ein χ^2 -Test durchgeführt. Der χ^2 -Wert nach Pearson war unzulässig, da eine Zelle in der 4-Felder-Tafel eine erwartete Häufigkeit von weniger als 5 aufwies. Auch mit dem Exakten Wert nach Fisher ($p=0,485$) konnte keine

Signifikanz nachgewiesen werden. Somit kann die Nullhypothese nicht auf dem 5%-Niveau verworfen werden. Die verbleibenden drei Therapiegruppen wurden statistisch nicht näher untersucht.

4.3. Einflussfaktoren auf das Operationsergebnis

Im Folgenden werden verschiedene Einflussfaktoren auf Verlauf und Erfolg der Operationen herausgestellt und analysiert. Analog zu den Beschreibungen in 4.2.2. und 4.2.3. wurde die Signifikanzprüfung mit Hilfe von χ^2 -Quadrat-Tests durchgeführt.

4.3.1. Refraktion

Soweit vorhanden wurden die aus den Krankenakten hervorgehenden Brillenwerte verwendet, um das Sphärische Äquivalent (= Sphärischer Wert + $\frac{1}{2}$ * Zylindrischer Wert) zu berechnen. In 171 der 524 Akten wurden keine Refraktionswerte dokumentiert. Patienten, die keine Brille verwendeten, wurden in die Emmetropiegruppe mit aufgenommen. Die Einteilung nach Dioptriewerten bei den verbleibenden 353 Fällen ergab folgende Verteilung:

Refraktion	Anzahl (n=353)	Prozent
Emmetropie -0,5 bis 0,5 dpt	51	14,4%
Hyperopie > 0,5 dpt	65	18,4%
Myopie -4 bis > 0,5 dpt	134	38%
Myopie > -4 dpt	103	29,2%

Tabelle 4.4.: Refraktion

237 (67,2%) von 353 Patienten waren myop, 51 (14,4%) emmetrop und 65 (18,4%) hyperop. Ein eindeutiger Einfluss der Refraktion auf die primäre Anlagerate stellte sich nicht dar. Die Anlagerate in der Myopiegruppe >-4 Dioptrien ist mit 91,3% im Vergleich zu den übrigen Gruppen besser (χ^2 -Wert nach Pearson = 3,84 (df=1), p=0,05). Die anderen drei Gruppen unterscheiden sich mit Werten zwischen 82,1% und 84,6% kaum. Siehe hierzu Abbildung 4.10.:

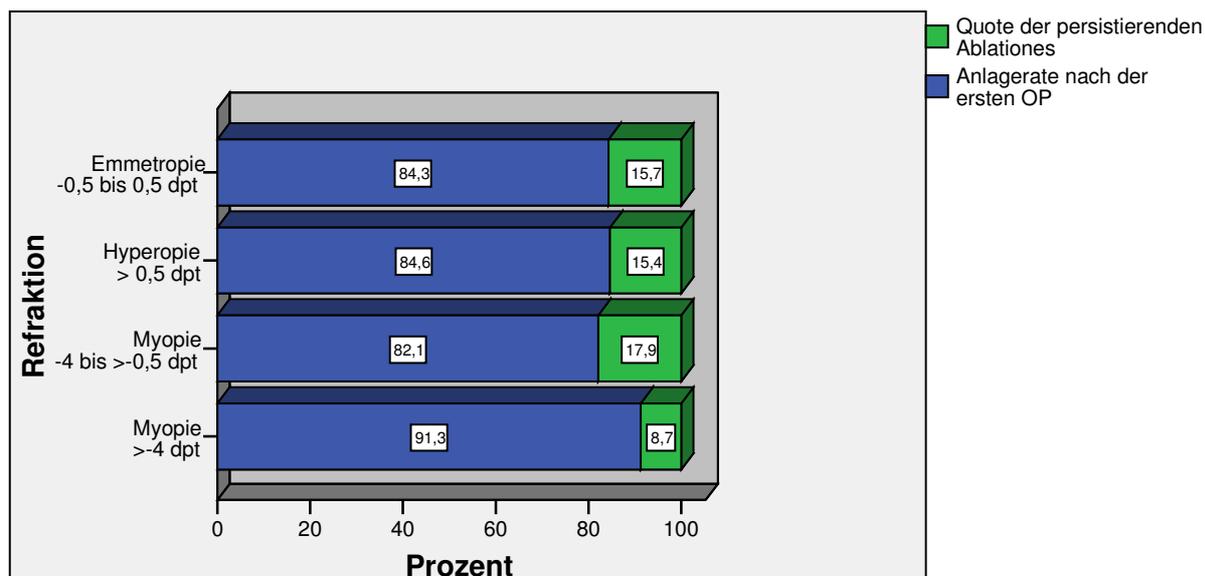


Abbildung 4.10.: Primäre Anlagerate nach Refraktion

4.3.2. Proliferative Vitreoretinopathie (PVR)

Vor der Operation wurde erfasst, ob Veränderungen im Sinne einer Proliferativen Vitreoretinopathie vorlagen. Falls kein entsprechender Befund in den Krankenakten vermerkt war, wurden die Fälle in die Gruppe „keine PVR“ eingeteilt.

Tabelle 4.5. zeigt Anzahl, prozentuale Häufung und primäre Anlagerater je nach PVR-Status:

PVR präoperativ	Anzahl (n=524)	Prozent	Primäre Anlagerate
Keine PVR	258	49,2%	84,5%
PVR A	190	36,3%	86,8%
PVR B	16	3,1%	81,3%
PVR C	60	11,5%	80%

Tabelle 4.5.: Präoperativer PVR-Status und primäre Anlagerate

Bei nahezu der Hälfte der 524 Patienten war keine PVR-Veränderung als Komplikation der Netzhautablösung angegeben. Eine beginnende PVR (PVR A) hatten 190 (36,3%) Augen. PVR B wurde bei 16 (3,1%) und PVR C bei 60 (11,5%) Patienten diagnostiziert.

Ein Einfluss des präoperativen PVR-Status auf das Operationsergebnis ließ sich nicht nachweisen. Zwar sank die primäre Anlagerate von 84,5% bei keiner PVR auf 80% bei PVR

C ab, signifikant war der Unterschied zwischen diesen beiden Gruppen aber nicht (χ^2 -Wert nach Pearson = 0,72 (df=1), p=0,396).

Der präoperative PVR-Status wurde auch in Bezug auf die Reablatioquote untersucht (siehe Tabelle 4.6.). Hierzu wurden dieselben 437 Fälle wie in 4.2.3. betrachtet.

PVR präoperativ	keine Reablatio		Reablatio	
	Anzahl (n=360)	Prozent (in Zeilen)	Anzahl (n=77)	Prozent (in Zeilen)
Keine PVR (n=217)	182	83,9%	35	16,1%
PVR A (n=163)	137	84%	26	16%
PVR B (n=11)	10	90,9%	1	9,1%
PVR C (n=46)	31	67,4%	15	32,6%

Tabelle 4.6.: Präoperativer PVR-Status und Reablatioquote

Es zeigte sich, dass sich bei 83,9% bis 90,9% der Augen mit keiner PVR bzw. PVR A oder B keine erneute Ablösung der Netzhaut entwickelte. Bei präoperativ fortgeschrittener Proliferativer Vitreoretinopathie kommt es dagegen häufiger zu einer Reablatio. Ein Vergleich zwischen PVR C mit den anderen PVR-Gruppen ergab einen Unterschied bezogen auf die Reablatioquote (χ^2 -Wert nach Pearson = 7,96 (df=1), p=0,005).

Wenn man die Genese der Reablationes betrachtet, kann man feststellen, dass bei fortgeschrittenem präoperativen PVR-Status immer häufiger die Proliferative Vitreoretinopathie als Reablatioursache festgestellt werden musste. In der Gruppe mit präoperativ nicht erkennbarer PVR war nur ein Drittel der Reablationes auf eine PVR-Reaktion zurückzuführen, bei den Patienten mit PVR C dagegen waren es 93,3%. Im Vergleich dieser beiden Gruppen konnte dies auch statistisch belegt werden (χ^2 -Wert nach Pearson = 14,46 (df=1), p<0,001):

In Tabelle 4.7. flossen ebenso wie in die letzte Auswertung nur Reablatiofälle mit eindeutig geklärter Genese ein.

PVR präoperativ	Reablatio ohne PVR		PVR-Reablatio	
	Anzahl (n=34)	Prozent (in Zeilen)	Anzahl (n=36)	Prozent (in Zeilen)
Keine PVR (n=30)	20	66,7%	10	33,3%
PVR A (n=24)	12	50%	12	50%
PVR B (n=1)	1	100%	0	0%
PVR C (n=15)	1	6,7%	14	93,3%

Tabelle 4.7.: Präoperativer PVR-Status und PVR als Ursache der Reablatio

4.3.3. Dauer der Symptome

Inwieweit die Symptombdauer die Erfolgsaussichten bei der Therapie der Netzhautablösung beeinflusst, soll im Anschluss näher betrachtet werden. Von Prodromi und Symptomen wie Schattensehen, Mouches volantes, Rußregen und Schattensehen konnten beinahe alle Patienten berichten. Über Symptome einer Netzhautablösung klagten 90 (18,6%) Patienten seit höchstens drei Tagen, 116 (23,9%) Patienten seit vier oder fünf Tagen, 80 (16,5%) seit sechs bis acht Tagen, 47 (9,7%) seit neun bis zwölf Tagen und 149 (30,7%) seit mehr als zwölf Tagen. Nur drei (0,6%) Patienten gaben an, keine Symptome bemerkt zu haben; diese drei Fälle wurden in die Auswertung ebenso ausgeschlossen wie 39 Patienten, bei denen keine Symptome dokumentiert wurden. Für die Analyse standen also 482 Fälle mit einer eindeutigen Symptomatik für eine Netzhautablösung zur Verfügung, dies entspricht einem prozentualen Anteil von 92%.

Abbildung 4.11. zeigt die primären Anlageraten nach Symptombdauer:

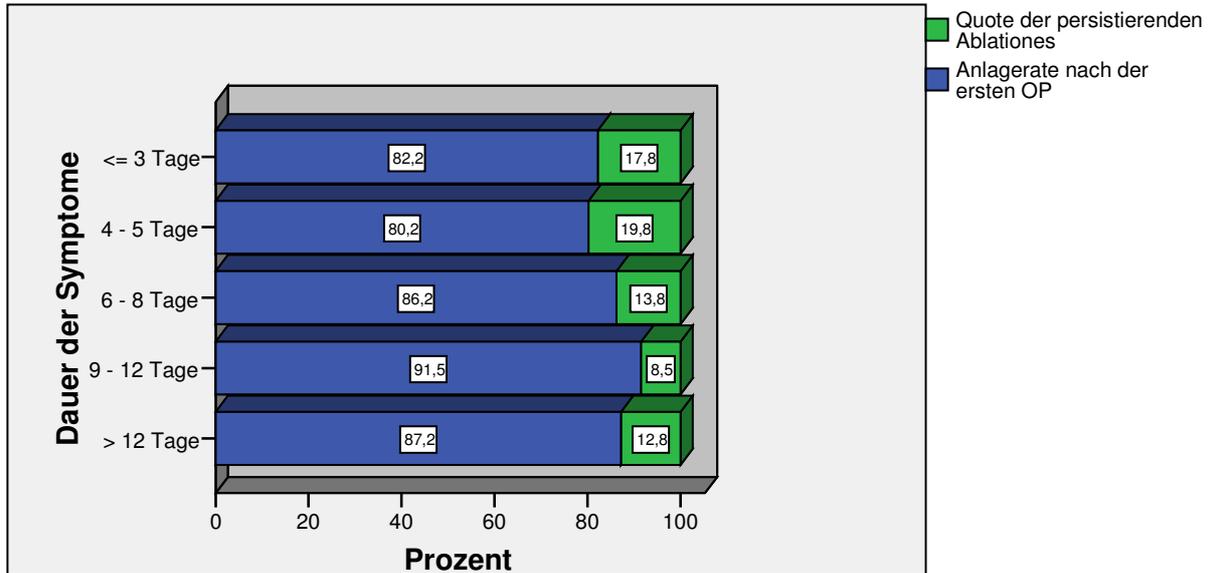


Abbildung 4.11.: Primäre Anlagerate nach der Dauer der Symptome

Ein Zusammenhang zwischen Symptombdauer und primärer Anlagerate konnte nicht gefunden werden (χ^2 -Quadrat-Trendtest: $\chi^2(df=1) = 4,86, p=0,302$).

Es wurde zudem untersucht, wie sich die Dauer der Netzhautablösung auf die Einschwemmung von Pigmentepithelzellen in den Glaskörperraum und damit auf die Induktion einer PVR-Bildung auswirkt.

Dabei zeigte sich, dass die Symptombdauer keinen eindeutigen Einfluss auf die Entwicklung einer Proliferativen Vitreoretinopathie hat. Eine Tendenz zu einer häufigeren PVR-Bildung bei längerer Dauer der Symptomatik zeichnete sich nicht ab. Unabhängig vom Zeitraum der bestehenden Symptome traten bei 45,7% bis 55,6% der Patienten Veränderungen im Sinne einer PVR auf.

Weiterhin wurde der Zusammenhang zwischen Symptombdauer und Grad der Proliferativen Vitreoretinopathie bei den Augen, die bereits präoperativ PVR-typische Veränderungen aufwiesen, näher betrachtet. Dabei fiel auf, dass bei höheren Graden an Proliferativer Vitreoretinopathie eine längere Symptombdauer zu vermerken war. Mit länger andauernder Ablatiosymptomatik nahm auch der Anteil der Patienten mit einer PVR C zu (von 10% bei weniger als drei Tagen auf 35,9% bei mehr als zwölf Tagen). Der prozentuale Anteil bei PVR

A wird dagegen geringer, je länger Prodromi einer Netzhautablösung bestehen (von 86% auf 56,4%).

4.3.4. Linse

286 (54,6%) von 524 Augen wiesen eine klare Linse oder beginnende (incipiente) Katarakt auf, 73 (13,9%) Augen hatten eine fortgeschrittene (provecta) Katarakt und 165 (31,5%) Augen waren pseudophak (162 (30,9%)) bzw. aphak (3 (0,6%)). Siehe hierzu Tabelle 4.10.

Linse	Anzahl (n=524)	Prozent
Linse klar / Cataracta incipiens	286	54,6%
Cataracta provecta	73	13,9%
Pseudophakie / Aphakie	165	31,5%

Tabelle 4.10.: Linsenstatus

Die nachstehende Abbildung 4.12. zeigt die primäre Anlagerate gruppiert nach dem jeweiligen Linsenstatus:

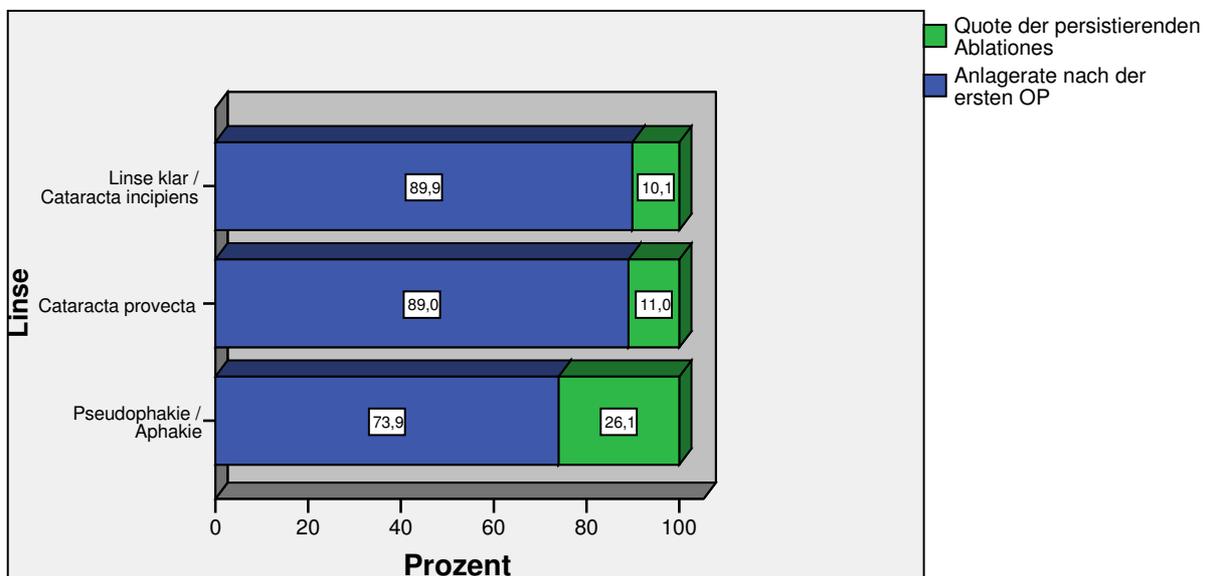


Abbildung 4.12.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus

Eine klare Linse oder eine beginnende Katarakt scheinen günstige Faktoren bei Plombenoperationen zu sein. Die primäre Anlagerate liegt hier bei 89,9%. Ein ähnlicher Wert zeigt sich bei den prosecten Katarakten mit 89%.

Bei episkleraler Plombenaufnähe stellt eine Pseudophakie bzw. Aphakie offensichtlich einen prognostisch ungünstigen Faktor dar. Die primäre Anlagerate fiel hier mit 73,9% deutlich schlechter aus als in den beiden anderen Gruppen. Verglichen mit den phaken Augen lässt sich ein Unterschied auch statistisch nachweisen (χ^2 -Wert nach Pearson = 21,56 (df=1), $p < 0,001$).

4.3.5. Glaskörperblutung

Eine Glaskörperblutung wurde bei 36 (6,9%) von 524 Patienten präoperativ diagnostiziert. 488 (93,1%) Augen hatten keine vitreale Blutung. Die Anlagerate betrug bei den Augen ohne Einblutung 85,5%, bei den betroffenen 36 Augen dagegen nur 75%. Statistisch lässt sich dieser Unterschied nicht belegen (χ^2 -Wert nach Pearson = 2,83 (df=1), $p = 0,092$).

4.3.6. Makulabeteiligung

Bei der präoperativen Funduskopie lag die Makula bei 249 (47,5%) Patienten an, bei 256 (48,9%) war sie bereits abgelöst. Das Sehzentrum konnte in 19 (3,6%) der 524 Fälle nicht eindeutig eingesehen werden; diese 19 Augen wurden hier nicht in die Analyse einbezogen. Die primären Anlageraten in den beiden ersten Gruppen unterschieden sich wie in Abbildung 4.13. dargestellt.

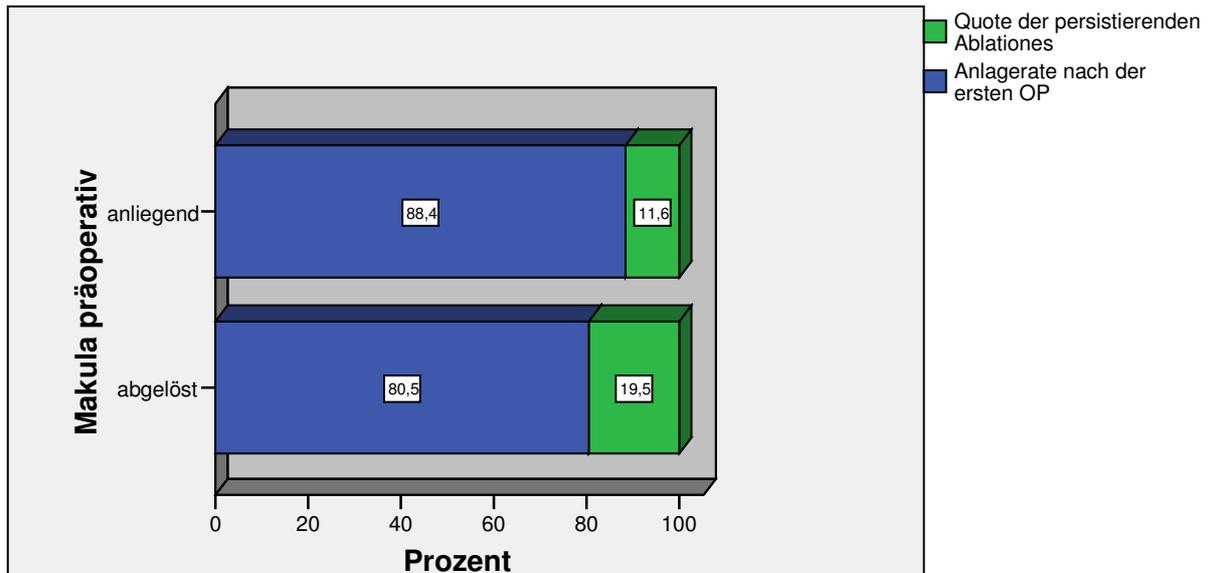


Abbildung 4.13.: Primäre Anlagerate nach präoperativem Makulastatus

Es lies sich ein besseres Ergebnis für die Patienten mit präoperativ anliegender Makula bezogen auf die primäre Anlagerate nachweisen (χ^2 -Wert nach Pearson = 5,95 (df=1), p=0,015).

Eine Ablösung der Makula geht aber zumeist mit einer großflächigeren Netzhautablösung einher als eine Ablatio ohne Makulabeteiligung. So liegt der Mittelwert der Ablatioausdehnung - gemessen an den Stunden der Funduszirkumferenz - bei anliegender Makula bei 3,81 Stunden und bei abgelöster Makula bei 6,14 Stunden. Je weiter die Ablatio ausgedehnt ist, desto mehr nimmt der Anteil der Augen mit abgelöster Makula zu, der Anteil der Augen mit anliegender Makula dagegen nimmt ab. Siehe hierzu Tabelle 4.11.:

Ablatiostunden	Makula präoperativ			
	anliegend		abgelöst	
	Anzahl (n=249)	Prozent (in Zeilen)	Anzahl (n=256)	Prozent (in Zeilen)
0,5 - 2 Stunden (n=47)	46	97,9%	1	2,1%
2,5 - 4 Stunden (n=172)	129	75%	43	25%
4,5 - 6 Stunden (n=163)	47	28,8%	116	71,2%
6,5 - 8 Stunden (n=74)	20	27%	54	73%
8,5 - 10 Stunden (n=29)	6	20,7%	23	79,3%
10,5 - 12 Stunden (n=20)	1	5%	19	95%

Tabelle 4.11.: Ausdehnung der Ablatio in Stunden nach präoperativem Makulastatus

Der Zusammenhang zwischen Ablatioausdehnung und Anlagerate wird unter 4.3.7. näher betrachtet.

4.3.7. Ausdehnung der Netzhautablösung

Um den Einfluss der Ausdehnung auf die primäre Anlagerate zu ermitteln wurden die einzelnen Fälle in sechs Gruppen nach Ablatiostunden (gemessen an der Funduszirkumferenz) eingeteilt.

Tabelle 4.12. zeigt die Anzahl und Abbildung 4.14. die primäre Anlagerate nach Ablatiostunden.

Ablatiostunden	Anzahl (n=524)	Prozent
0,5 - 2 Stunden	47	9%
2,5 - 4 Stunden	181	34,5%
4,5 - 6 Stunden	168	32,1%
6,5 - 8 Stunden	79	15,1%
8,5 - 10 Stunden	29	5,5%
10,5 - 12 Stunden	20	3,8%

Tabelle 4.12.: Ausdehnung der Ablatio in Stunden

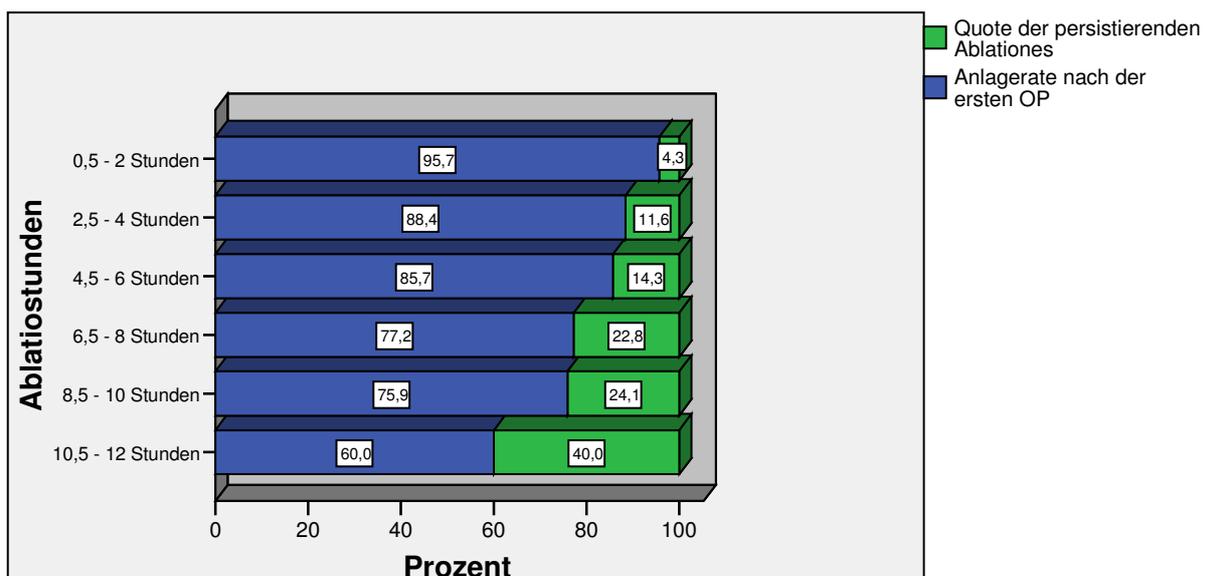


Abbildung 4.14.: Primäre Anlagerate nach der Ausdehnung der Netzhautablösung in Stunden

Mit steigender Ausdehnung der Ablatio stieg die Quote der Misserfolge. Während beispielsweise in der Gruppe unter zwei Stunden 45 von 47 Patienten (95,7%) erfolgreich behandelt werden konnten, lag dieser Anteil in der Gruppe über 10 Stunden mit 12 von 20 (60%) deutlich niedriger (χ^2 -Quadrat-Trendtest: $\chi^2(df=1) = 19,4$, $p < 0,001$).

Wenn man die Ausdehnung an der Zahl der betroffenen Quadranten misst, zeigt sich auch hier ein eindeutiger Rückgang der Erfolgsquote bei größer werdender Ablatio (χ^2 -Quadrat-Trendtest: $\chi^2(df=1) = 13,06$, $p < 0,001$).

Es wurde zudem untersucht, ob die Lokalisation der Ablösung einen Einfluss auf den Operationserfolg hat. Hierzu wurden 52 Fälle mit vier von der Ablatio betroffenen Quadranten ausgeschlossen. Von 472 Ablationes war der nasal obere Quadrant bei 204 Fällen (mit-) betroffen, der nasal untere bei 164 Fällen, der temporal untere bei 315 Augen und der temporal obere sogar bei 358 Patienten. In Bezug auf die primäre Anlagerate ergab sich jedoch kein statistischer Unterschied zwischen diesen vier Gruppen (χ^2 -Wert nach Pearson = 2,44 (df=1), $p = 0,118$).

4.3.8. Art der Netzhautablösung

Es wurde unterschieden, ob die Netzhaut hochblasig oder flach abgehoben war. Von den 524 Ablationes waren 173 (33%) hochblasig abgelöst. Lediglich in 26 (5%) Fällen wurde in den Krankenakten eindeutig eine flache Netzhautablösung diagnostiziert; in 325 (62%) Krankenakten ließ sich kein entsprechender Vermerk finden.

Abbildung 4.15. zeigt die primäre Anlagerate bei hochblasiger und bei flacher Netzhautablösung:

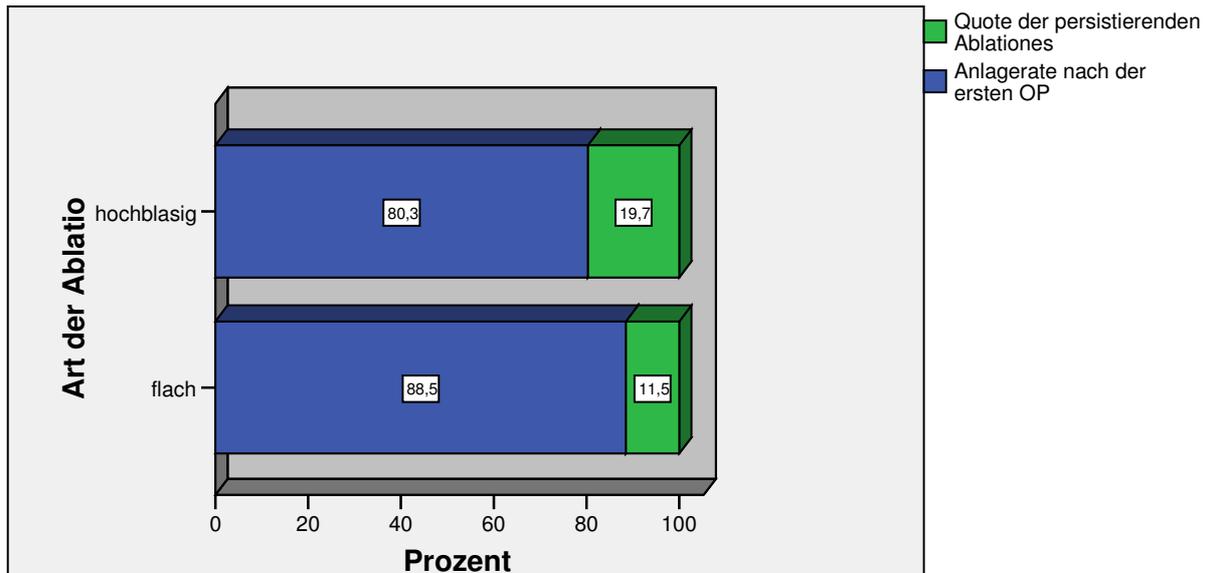


Abbildung 4.15.: Primäre Anlagerate nach der Art der Ablatio

Zwar fällt die Anlagerate bei den hochblasigen Netzhautablösungen mit 80,3% schlechter aus als bei den flachen mit 88,5%, jedoch lässt sich wegen der wenigen Fälle mit eindeutig flach abgehobener Netzhaut kein statistischer Unterschied nachweisen (Exakter Wert nach Fisher: $p=0,42$). Die hochblasige Netzhautablösung stellt sich allerdings verglichen mit allen nicht hochblasigen als prognostisch ungünstiger Faktor für die primäre Anlagerate dar (χ^2 -Wert nach Pearson = 3,84 (df=1), $p=0,05$).

Die folgenden ophthalmologischen Vorbefunde wurden außerdem festgehalten:

Bei 23 (4,4%) Augen wurde im Bereich der Netzhautablösung bereits zu einem früheren Zeitpunkt eine Laserkoagulation durchgeführt. Schon vor der Ablatio war ein Trauma wie beispielsweise eine Contusio bulbi oder eine andere Augenverletzung bei 13 (2,5%) und eine Kryokoagulation bei 3 (0,6%) Augen bekannt. 5 (1%) Patienten entwickelten eine Amotio aus einer Retinoschisis. Weitere Vorbefunde waren jeweils einmal (0,2%) ein retinaler Gefäßverschluss, eine pneumatische Retinopexie und eine Frühgeborenenretinopathie.

Die primäre Anlagerate lag bei den Fällen mit Laserkoagulation bei 82,6%, bei der Traumagruppe bei 92,3% und bei den Schisisablationen bei 100%. Für die verbleibenden Gruppen wurde die Anlagerate wegen der noch geringeren Fallzahl nicht berechnet. Ein Unterschied konnte in keiner Gruppe aufgezeigt werden.

4.3.9. Foramina

Zunächst soll die Art der Foramina betrachtet werden. Tabelle 4.13. listet Art, Anzahl, prozentuale Häufigkeit und die resultierende primäre Anlagerate auf. 34 Fälle ohne erkennbares Netzhautloch werden hier noch nicht aufgelistet, ein Fall mit unbekannter Foramenart musste ausgeschlossen werden.

Foramenart	Anzahl (n=489)	Prozent	Primäre Anlagerate
Hufeisenforamen	237	48,5%	87,3%
Rundforamen	154	31,5%	84,4%
Hufeisen- + Rundforamen	65	13,3%	86,2%
Riesenriss	9	1,8%	88,9%
Orariss	7	1,4%	100%
Riesenriss + zusätzliche Foramen	6	1,2%	66,7%
Peripheres + zentrales Foramen	5	1 %	40%
radiärer Riss	4	0,8%	100%
Hufeisenforamen + radiärer Riss	1	0,2%	100%
Rundforamen + radiärer Riss	1	0,2%	100%

Tabelle 4.13.: Foramenart

Die große Mehrheit aller Ablationes wiesen Hufeisen- oder Rundforamina auf. Die Anlagerate unterscheidet sich bei den beiden zahlenmäßig größten Gruppen um knapp drei Prozent (87,3% versus 84,4%). Ein Unterschied der Anlagerate bei Hufeisen- beziehungsweise Rundforamina fand sich nicht (χ^2 -Wert nach Pearson = 0,671 (df=1), p=0,413). Auch wenn wegen der geringen Fallzahlen bei radiären Rissen sowie Riesenriss- und Orarissablationes keine endgültige Beurteilung erfolgen kann, waren die Anlageraten überdurchschnittlich. Bei Netzhautablösungen mit „Riesenriss und zusätzlichen Foramina“ und mit „peripheren und zentralen Foramina“ fielen die primären Anlageraten nach Plombenaufnahme weniger gut aus (66,7% und 40%).

Abbildung 4.16. zeigt die Verteilung aller Foramina auf die vier Quadranten:

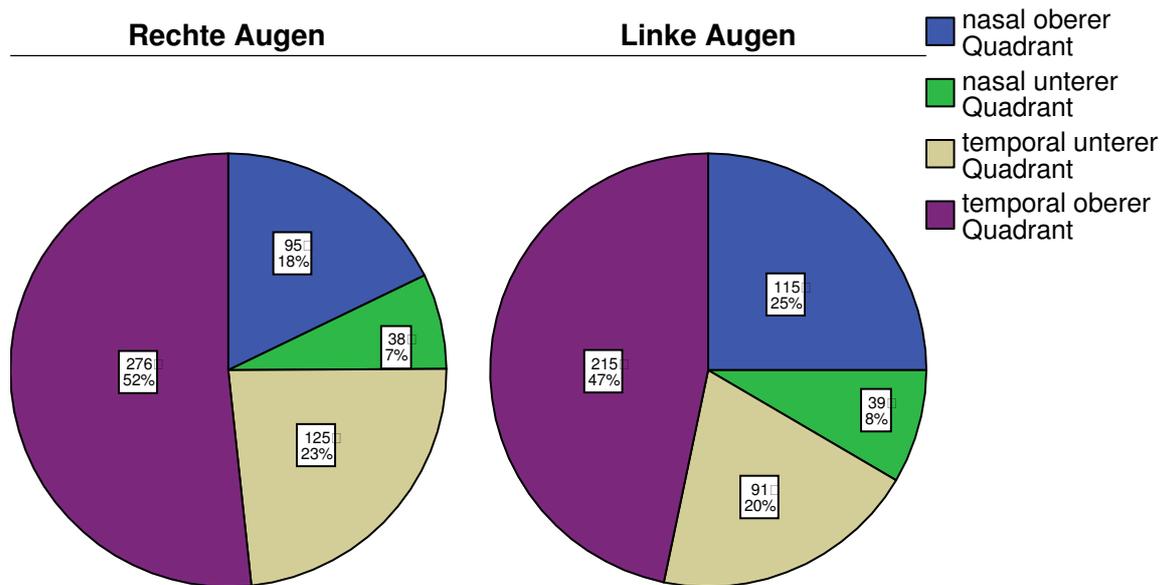


Abbildung 4.16.: Kreisdiagramm der Verteilung aller Foramina auf die vier Quadranten

Sowohl bei den rechten als auch bei den linken Augen entstanden im temporal oberen Quadrant eindeutig die meisten Foramina. Am zweithäufigsten war auf der rechten Seite der temporal untere Quadrant betroffen, auf der linken Seite dagegen der nasal obere. Die wenigsten Foramina traten bei beiden Augen im nasal unteren Quadranten auf.

Um zu überprüfen, ob die Verteilung der Foramina einen Einfluss auf die Anlagerate hat, wurde die Anzahl der Quadranten mit Netzhautlöchern bestimmt und jeweils die primäre Anlagerate ermittelt. Ablationen ohne sichtbares Foramen wurden hierbei nicht berücksichtigt. Aus Tabelle 4.14. ist ersichtlich, dass die vermutete Tendenz zu schlechteren Operationsergebnissen bei ausgeprägter Lochverteilung nicht nachgewiesen werden konnte.

Anzahl der Quadranten mit Foramina	Anzahl (n=490)	Prozent	Primäre Anlagerate
1 Quadrant betroffen	386	78,8%	86,8%
2 Quadranten betroffen	86	17,6%	81,4%
3 Quadranten betroffen	14	2,9%	85,7%
4 Quadranten betroffen	4	0,8%	100%

Tabelle 4.14.: Anzahl der Quadranten mit Foramina

Die Position der Netzhautlöcher übte keinen Einfluss auf das Operationsergebnis aus. Um dies zu klären wurden 386 Netzhautablösungen mit Foramina in nur einem Quadranten genauer untersucht und die Anlageraten für jeden Quadrant berechnet. Mit Erfolgsraten zwischen 85,3% und 89,5% unterscheiden sich die Ergebnisse nur geringfügig und ohne statistische Signifikanz.

Schließlich soll ein Blick auf den Operationserfolg nach der Anzahl der Foramina geworfen werden. Unterschieden wurde hierbei in die fünf Gruppen: kein Foramen sichtbar, 1 Foramen, 2 Foramina, 3 Foramina und mehr als 3 Foramina.

Tabelle 4.15. gibt einen Überblick über die Anzahl und prozentuale Häufigkeit der einzelnen Gruppen und Abbildung 4.17. zeigt die jeweiligen Anlageraten:

Anzahl der Foramina	Anzahl (n=524)	Prozent
kein Foramen sichtbar	34	6,5%
1 Foramen	259	49,4%
2 Foramina	112	21,4%
3 Foramina	59	11,3%
> 3 Foramina	60	11,5%

Tabelle 4.15.: Anzahl der Foramina

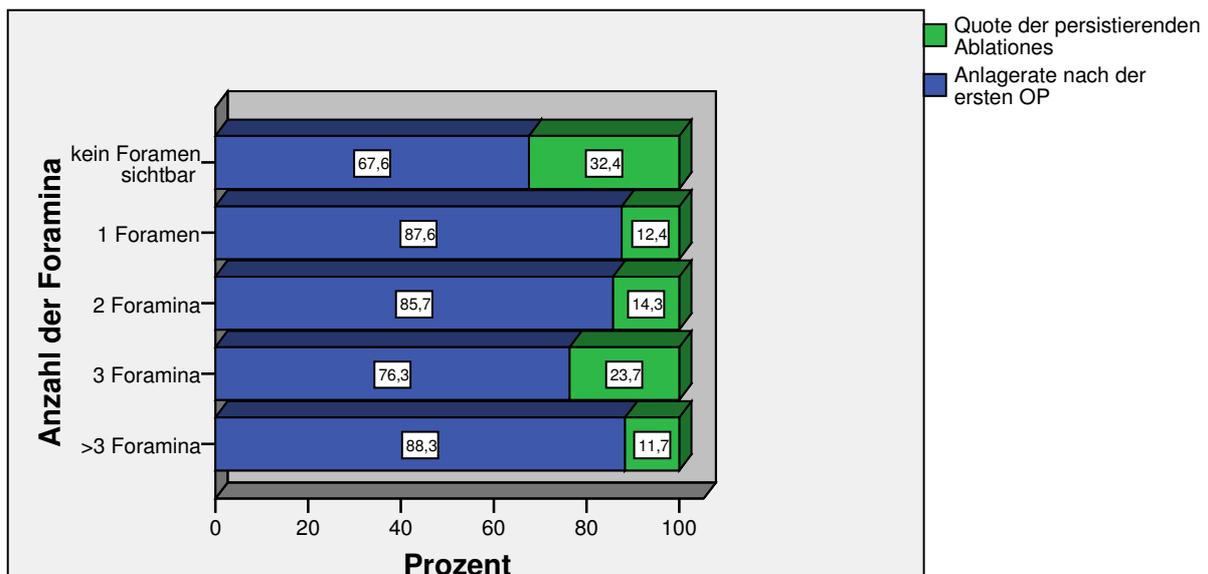


Abbildung 4.17.: Primäre Anlagerate nach der Anzahl der Foramina

Die Anlagerate in der Gruppe ohne eindeutig sichtbares Foramen fällt mit 67,6% eindeutig am schlechtesten aus. Vergleicht man diese 34 Fälle mit den anderen 490, so ergibt sich ein schlechteres Operationsergebnis (χ^2 -Wert nach Pearson = 8,21 (df=1), p=0,004).

Ein weiterer Einfluss der Foramenanzahl lässt sich nicht darlegen. Zwar nimmt die Anlagerate von 87,6% bei einem Foramen auf 76,3% bei drei Foramina ab, bei mehr als drei Netzhautlöchern nimmt sie mit 88,3% jedoch wieder deutlich zu.

Es wurde ein χ^2 -Quadrat-Trendtest durchgeführt, um zu klären, ob ein Zusammenhang zwischen Anzahl der Netzhautlöcher und Ausdehnung der Ablatio besteht. Hierzu wurden die vier Gruppen „1 Foramen“ bis „>3 Foramina“ mit der Ablatioausdehnung (analog zu 4.3.7.) verglichen. Es zeigte sich signifikant, dass bei weiter ausgedehnten Netzhautablösungen auch die Anzahl der Löcher größer war (χ^2 -Quadrat-Trendtest: χ^2 (df=1) = 4,78, p=0,029).

4.3.10. Punktion

Unter den 524 Patienten wurde bei 363 die subretinale Flüssigkeit punktiert, sei es geplant mit der Elektrolysetechnik oder mit einer Kanüle oder aber ungeplant beim Setzen eines Ankerfadens. Von der folgenden Analyse ausgeschlossen wurde ein Fall mit geplanter und gleichzeitig ungeplanter Punktion ebenso wie zwei Fälle, in denen nicht mehr ermittelt werden konnte, ob punktiert worden ist oder nicht. In Tabelle 4.16. ist die Anzahl, prozentuale Häufung und primäre Anlagerate aufgelistet:

Punktionsart	Anzahl (n=521)	Prozent	Primäre Anlagerate
Keine Punktion	158	30,3%	86,1%
geplante Punktion	310	59,5%	82,9%
ungeplante Punktion	53	10,2%	92,5%

Tabelle 4.16.: Punktionsart

Die Anlagerate liegt in der Gruppe „keine Punktion“ bei 86,1% und in der Gruppe „geplante Punktion“ bei 82,9%. Die beste Anlagerate mit 92,5% wurde bei Fällen mit ungeplanter Punktion erzielt. Ob eine Punktion durchgeführt oder bewusst davon abgesehen wurde, hatte statistisch keinen Einfluss auf den primären Operationserfolg (χ^2 -Wert nach Pearson = 0,27

(df=1), $p=0,603$ bzw. χ^2 -Wert nach Pearson = 0,78 (df=1), $p=0,376$ bei Ausschluss der Gruppe „ungeplante Punktion“).

4.3.11. Intraoperative Komplikationen

Bei 524 Operationen kam es zu folgenden Komplikationen: 24 (4,6%) subretinale Blutungen, 21 (4%) vitreale Blutungen, zwei (0,4%) subretinale Blutungen mit Makulabeteiligung und eine (0,2%) nicht näher bezeichnete Blutung. Bei sechs (1,1%) Operationen riss ein Ankerfaden und bei drei (0,6%) Augen wurde die Netzhaut bei der Punktion traumatisiert. Bei vier (0,8%) weiteren Glaskörperblutungen kam es zugleich zu einer subretinalen Blutung und bei einer (0,2%) weiteren Einblutung in den Glaskörper zu einem Abriss eines Ankerfadens.

Bei den 24 Augen mit einer subretinalen Blutung errechnet sich eine überdurchschnittliche primäre Anlagerate von 95,8%, bei den 21 Augen mit einer intraoperativen Einblutung in den Glaskörper lag die Anlagerate bei 71,4%. Für beiden Gruppen konnte - verglichen mit den komplikationslosen Operationen - kein statistischer Unterschied aufgezeigt werden (Exakter Wert nach Fisher: $p=0,152$ bzw. χ^2 -Wert nach Pearson = 2,5 (df=1), $p=0,114$). Wegen der niedrigen Fallzahl wurde die Anlagerate bei den verbleibenden Komplikationen nicht berechnet.

4.3.12. Art der Plombe

Um eine Eindellung der Augenwand zu erreichen, wurden verschiedene Plombentypen, teils auch in Kombination, verwendet. In Tabelle 4.17. sind die Anzahl und die prozentuale Häufigkeit je nach Plombenart aufgelistet:

Plombenart	Anzahl (n=524)	Prozent
2,5mm limbusparallel	277	52,9%
2,0mm limbusparallel	195	37,2%
Cerclage	29	5,5%
5,0mm limbusparallel	6	1,1%
4,0mm limbusparallel	1	0,2%
2,5mm + 4mm limbusparallel	1	0,2%
radiär, halbierte 5mm Plombe	6	1,1%
radiär, halbierte 7,5mm Plombe	1	0,2%
2,5mm limbusparallel + radiäre, halbierte 5,0mm Plombe	5	1%
2,0mm limbusparallel + radiäre, halbierte 5,0mm Plombe	1	0,2%
2,0mm limbusparallel + radiäre, halbierte 7,5mm Plombe	1	0,2%
Cerclage + radiäre, halbierte 5,0mm Plombe	1	0,2%

Tabelle 4.17.: Plombenart

Mit 277 (52,9%) von 524 Operationen kam die limbusparallele 2,5mm Plombe am häufigsten zur Anwendung, gefolgt von 195 (37,2%) Operationen mit einer limbusparallelen 2,0mm Plombe. Eine den Bulbus umspannende Cerclage wurde bei 29 (5,5%) Patienten verwendet, weitere limbusparallele Plomben bei 8 (1,5%) Patienten. Rein radiäre Plomben wurden bei 7 (1,3%) Augen aufgenäht. Limbusparallele und radiäre Plomben in Kombination an einem Auge kamen bei 8 (1,5%) Operationen zum Einsatz. Bei der nachfolgenden Betrachtung der Anlageraten (Abbildung 4.17.) wurden der Übersichtlichkeit halber folgende Gruppen gebildet: 2,5mm Plomben, 2,0mm Plomben, Cerclagen, radiäre Plomben, limbusparallele und radiäre Plomben in Kombination sowie andersartige limbusparallele Plomben.

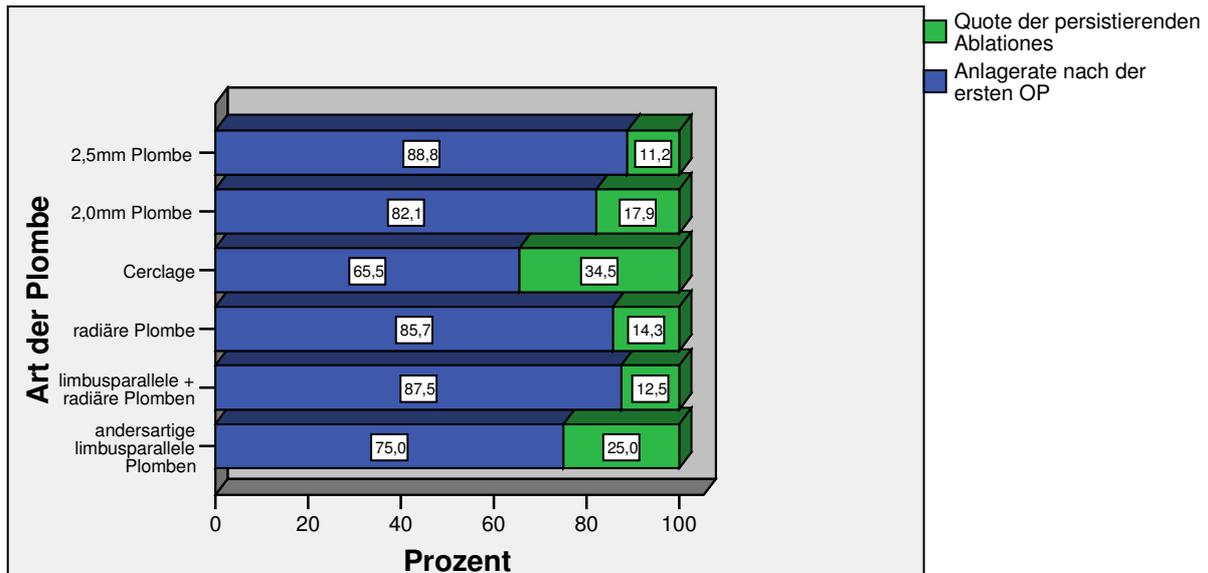


Abbildung 4.18.: Primäre Anlagerate nach der Art der Plombe

Am interessantesten ist hier auf Grund der hohen Fallzahl der Vergleich zwischen den limbusparallelen 2,5mm und 2,0mm Plomben. Die breiteren 2,5mm Plomben weisen mit 88,8% eine bessere primäre Anlagerate auf als die 2,0mm Plomben mit 82,1% (χ^2 -Wert nach Pearson = 4,35 (df=1), p=0,037). Die Anlagerate in der Cerclage-Gruppe fällt mit 65,5% am schlechtesten aus. Allerdings wurden die Cerclagen vorwiegend bei ausgedehnten Ablationes verwendet. So lag der Mittelwert der Ablatiostunden in dieser Gruppe bei 9,34, bei den limbusparallelen 2,5mm und 2,0mm Plomben dagegen bei 4,85 und 4,62 (vgl. 4.3.7.). Auch wenn die Fallzahl gering war, lagen die Anlageraten bei den radiären und bei den mit radiären kombinierten limbusparallelen Plomben mit 85,7% und 87,5% über dem Durchschnitt. In der Gruppe mit den andersartigen limbusparallelen Plomben ist es bei der geringen Fallzahl und der Heterogenität der Gruppe schwierig eine Aussage zu treffen.

Da mit der 2,5mm Plombe offensichtlich bessere Ergebnisse als mit der 2,0mm Plombe erzielt wurden, wird in der nachfolgenden Abbildung 4.19. aufgezeigt, in welcher Relation die beiden Plomben zueinander verwendet wurden. Die 472 Fälle wurden chronologisch nach Operationsdatum sortiert und in acht Gruppen zu à 59 Fällen eingeteilt.

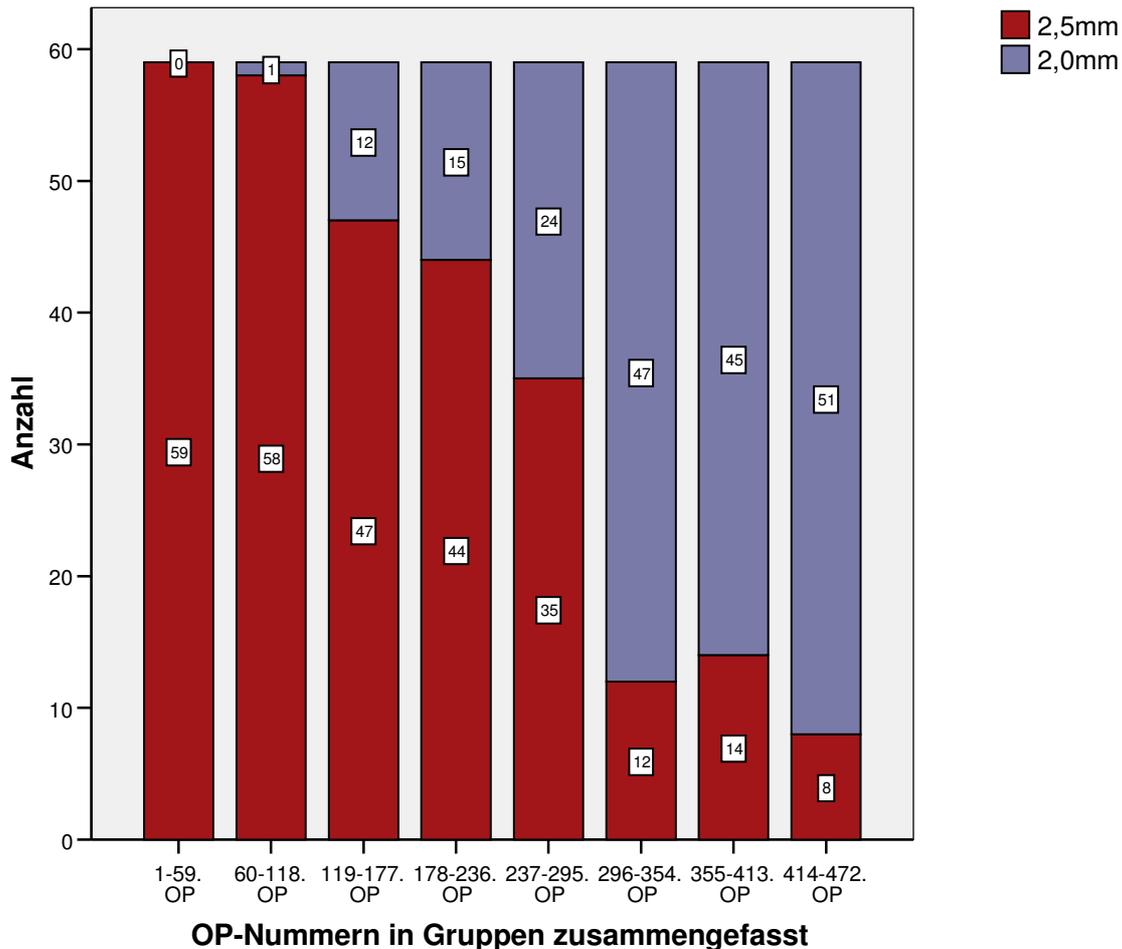


Abbildung 4.19.: Verhältnis der 2,5mm und 2,0mm Plomben zueinander im Zeitverlauf

Die ersten 118 Operationen wurden fast ausschließlich mit der 2,5mm Plomben durchgeführt. In der fünften Gruppe mit den Operationen 237 bis 295 wurde bei 35 Augen die breitere 2,5mm Plombe und bei 24 Augen die schmalere 2,0mm Plombe aufgenäht; dies entspricht einem Verhältnis von ca. 3:2. In den letzten drei Gruppen ab der 296. Operation lag das Verhältnis bei ca. 1:4 zu Gunsten der 2,0mm Plombe. Diese Tendenz ließ sich auch statistisch belegen (χ^2 -Quadrat-Trendtest: $\chi^2(df=1) = 196,24, p < 0,001$).

4.3.13. Plombenlänge

Der Einfluss der Plombenlänge auf das Operationsergebnis je nach Ausdehnung der Netzhautablösung wurde ebenfalls untersucht. Hierzu wurde die Differenz (d) aus der Länge der Plombe und der Ablatioausdehnung - beide gemessen in Stunden (h) der Funduszirkumferenz - gebildet und in 3 Gruppen eingeteilt:

Bei 75 (14,8%) Operationen hat die Plombe nicht den gesamten Ablatiobereich abgedeckt ($d < -1h$), in 331 (65,3%) Fällen waren Plombenlänge und Ablatioausdehnung in etwa gleich ($d = -1h$ bis $1h$) und bei 101 (19,9%) Operationen ragte die Plombe über die Ablatiogrenzen hinaus ($d > 1h$).

15 Fälle mit radiären Plomben und zwei Fälle mit unbekannter Plombenlänge wurden ausgeschlossen.

Die primären Anlageraten der einzelnen Gruppen veranschaulicht Abbildung 4.20.:

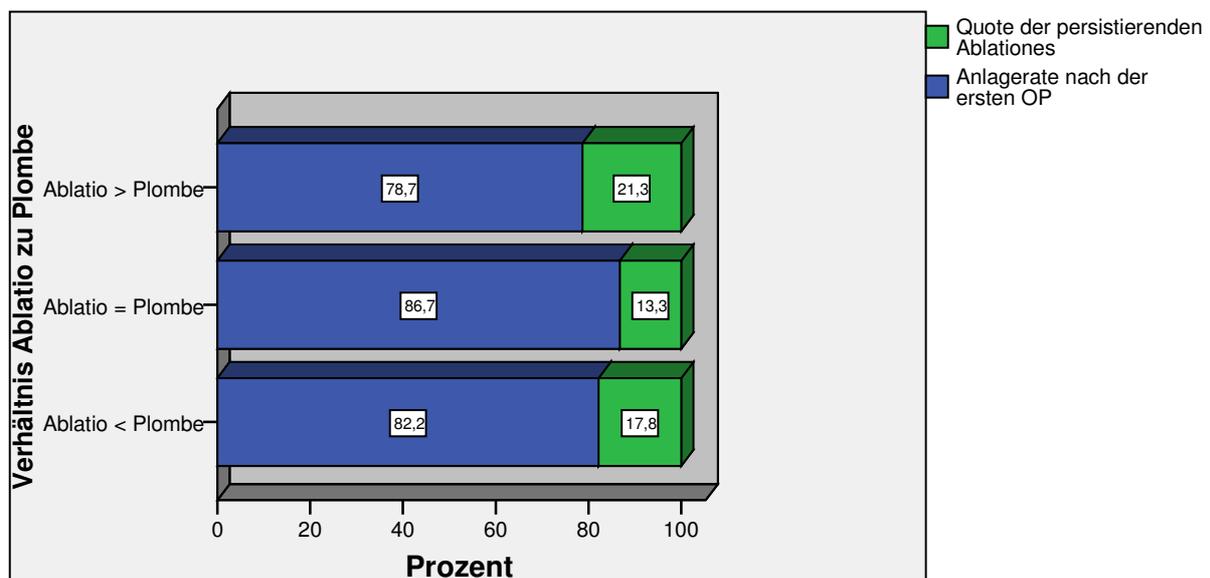


Abbildung 4.20.: Primäre Anlagerate nach dem Verhältnis von Ablatioausdehnung zu Plombenlänge

Wenn sich die Plombe limbusparallel auf die Grenzen der Netzhautablösung projiziert, konnte mit 86,7% eine bessere primäre Anlagerate erzielt werden als in den beiden anderen Gruppen. Bei vergleichsweise kürzeren und längeren Plomben wurden mit 78,7% und 82,2% schlechtere Ergebnisse erzielt. Statistisch lies sich dieser Unterschied nicht belegen (χ^2 -Wert nach Pearson = 3,14 (df=1), $p=0,076$ bzw. χ^2 -Wert nach Pearson = 1,29 (df=1), $p=0,256$).

4.3.14. Intraokuläre Injektionen

Bei 254 Patienten wurde es während der Operation für günstig erachtet, zur Stabilisierung der Netzhaut und des Augapfels Schwefelhexafluoridgas (SF₆), Luft oder balanced salt solution (BSS) in das Auge einzugeben. SF₆-Gas wurde in 236 (45%) Augen eingegeben, Luft in 10 (1,9%), BSS in 6 (1,1%) und SF₆-Gas zusammen mit BSS in 2 (0,4%) Augen. In 270 (51,5) Fällen wurde von einer intraokulären Injektion abgesehen.

Einen Überblick hierüber gibt Tabelle 4.18.:

Intraokuläre Injektionen	Anzahl (n=524)	Prozent
Keine Injektion	270	51,5%
SF ₆ -Gas	236	45%
Luft	10	1,9%
BSS	6	1,1%
SF ₆ -Gas + BSS	2	0,4%

Tabelle 4.18.: Intraokuläre Injektionen

Die primäre Anlagerate in den einzelnen Gruppen ist in Abbildung 4.21. dargestellt; die beiden Fälle mit einer kombinierten Injektion sowie die Fälle mit BSS-Injektion wurden nicht aufgeführt:

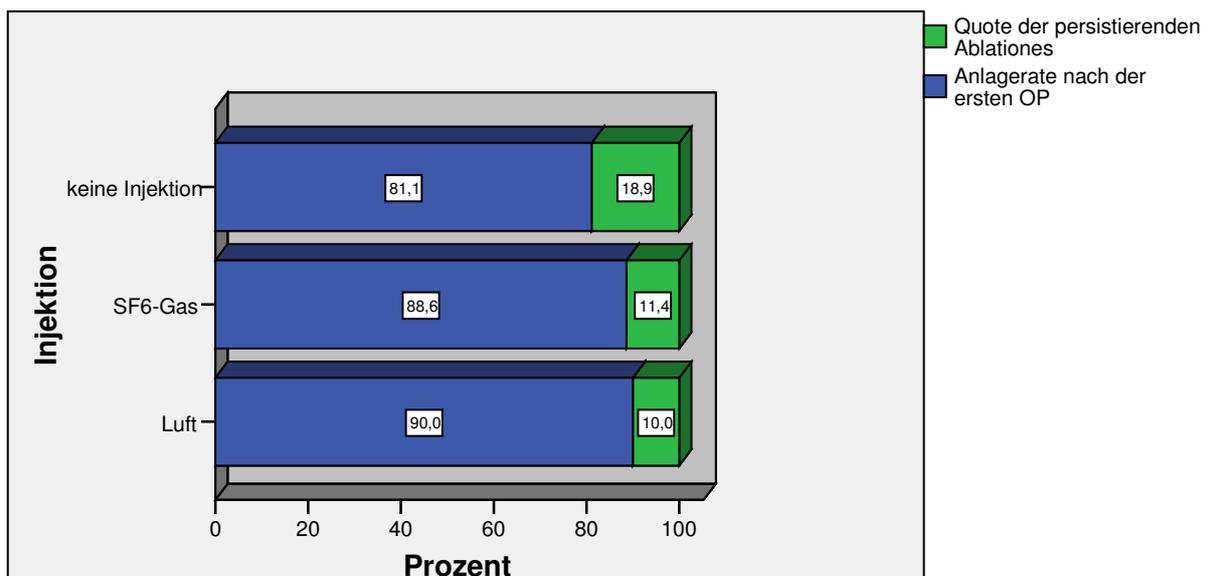


Abbildung 4.21.: Primäre Anlagerate mit und ohne intraokulärer Injektion

Auffällig ist hier, dass die Patientengruppe ohne Injektion die schlechteste Anlagerate mit 81,1% aufweist. Bei Gaseingabe war dagegen die Anlagerate mit 88,6% um 7,5 Prozentpunkte besser. Ähnlich gut schnitt die Gruppe mit Lufteingabe ab (90%). Um die Frage zu klären, ob eine Injektion das Operationsergebnis verbessert, wurden die Fälle ohne Injektion zum einen mit der SF₆-Gas-Gruppe und zum anderen mit allen Fällen mit einer Injektion anhand von χ^2 -Tests verglichen. Bei beiden Tests konnte auf dem Niveau $p=0,05$ ein Unterschied zu Gunsten der Injektionsgruppen gezeigt werden (χ^2 -Wert nach Pearson = 5,36 (df=1), $p=0,021$ bzw. χ^2 -Wert nach Pearson = 5,65 (df=1), $p=0,017$).

Während der Auswertung trat die Vermutung auf, dass bei Primäroperationen mit Gasinjektionen - hervorgerufen durch eine Zugwirkung der Gasblase an der Netzhaut - eine höhere Reablatioquote resultieren könnte. Dies konnte bei näherer Betrachtung nicht bestätigt werden. Bei den Fällen ohne Injektion war die Reablatioquote sogar höher (19,6%) als bei Patienten mit SF₆-Gas-Eingabe (14,7%). Auch wenn sich dieser Unterschied statistisch nicht darlegen lässt (χ^2 -Wert nach Pearson = 1,78 (df=1), $p=0,18$) spricht die Tendenz gegen diese These.

4.3.15. Postoperative Komplikationen

Die häufigste postoperativ aufgetretene Komplikation war mit 37 Fällen die Aderhautamotio, die bei allen Fällen nach bis zu einer Woche postoperativ auftrat. Nach frühestens einem Monat entwickelten sechs Augen eine epiretinale Gliose. Bei fünf Augen kam es zu einer Luxation der Plombe. Zwei Patienten klagten über persistierende Schmerzen und in zwei anderen Fällen kam es zu einer Entzündung des Plombenbetts. Bei jeweils einem Auge trat eine Diplopie, ein plombenbedingtes Fremdkörpergefühl, ein Gefäßverschluss oder eine Endophthalmitis auf. 475 Augen blieben nach der Operation komplikationsfrei.

4.4. Weitere Analyse der Operationsergebnisse nach Schweregraden

Zur Beurteilung des Operationserfolgs in Abhängigkeit vom Schweregrad der Netzhautablösung wurden die 524 Fälle in folgende Untergruppen aufgliedert:

- Gruppe 1 (Einfache Fälle): Ein-Foramen-Situation, keine PVR oder PVR A, Myopie ≤ 7 dpt.
- Gruppe 2 (Mittelschwere Fälle): Kein Foramen, mehrere Foramina, keine PVR oder PVR A, Myopie ≤ 7 dpt.
- Gruppe 3 (Komplizierte Fälle): Kein Foramen, mehrere Foramina, PVR B oder PVR C, Myopie > 7 dpt.

Die Fallzahl, prozentuale Häufung, primäre Anlagerate und Reablatioquote stellt Tabelle 4.19. dar:

Gruppen	Anzahl (n=524)	Prozent	Primäre Anlagerate	Reablatioquote
Gruppe 1 (Einfache Fälle)	259	49,4%	87,6%	18,9%
Gruppe 2 (Mittelschwere Fälle)	203	38,7%	82,3%	15%
Gruppe 3 (Komplizierte Fälle)	62	11,8%	80,6%	20%

Tabelle 4.19.: Schweregrad der Netzhautablösung

Die primäre Anlagerate der einzelnen Gruppen wird in Abbildung 4.22. veranschaulicht:

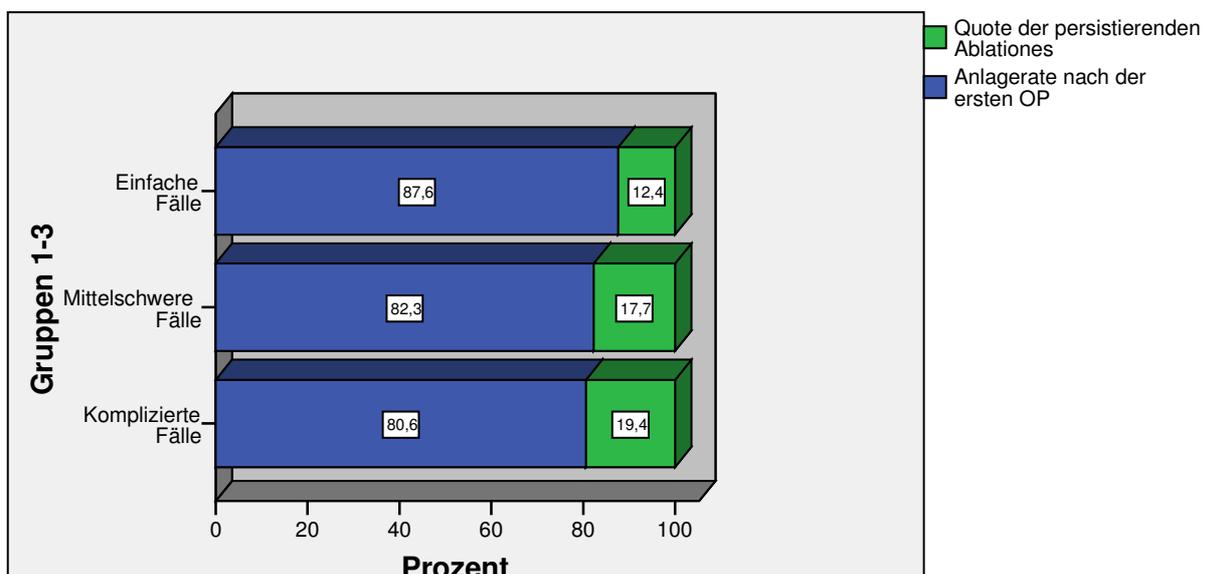


Abbildung 4.22.: Primäre Anlagerate nach Schweregraden

Als weitere Unterteilung dieser drei Gruppen wurde eine genauere Differenzierung nach Linsenstatus ausgearbeitet. Unterschieden wurde dabei jeweils nach phakem und pseudophakem / aphakem Linsenstatus:

Gruppe 1 (Einfache Fälle):

Über alle 259 Patienten gerechnet lag die primäre Anlagerate bei 87,6%, die Reablatioquote betrug 18,9%. In einer weiteren Untergliederung ergab sich eine primäre Anlagerate von 89,9% bei den phaken und 82,5% bei den pseudophaken / aphaken Patienten (χ^2 -Wert nach Pearson = 2,83 (df=1), p=0,093), eine Reablatio trat bei 14,9% bzw. 28,8% auf.

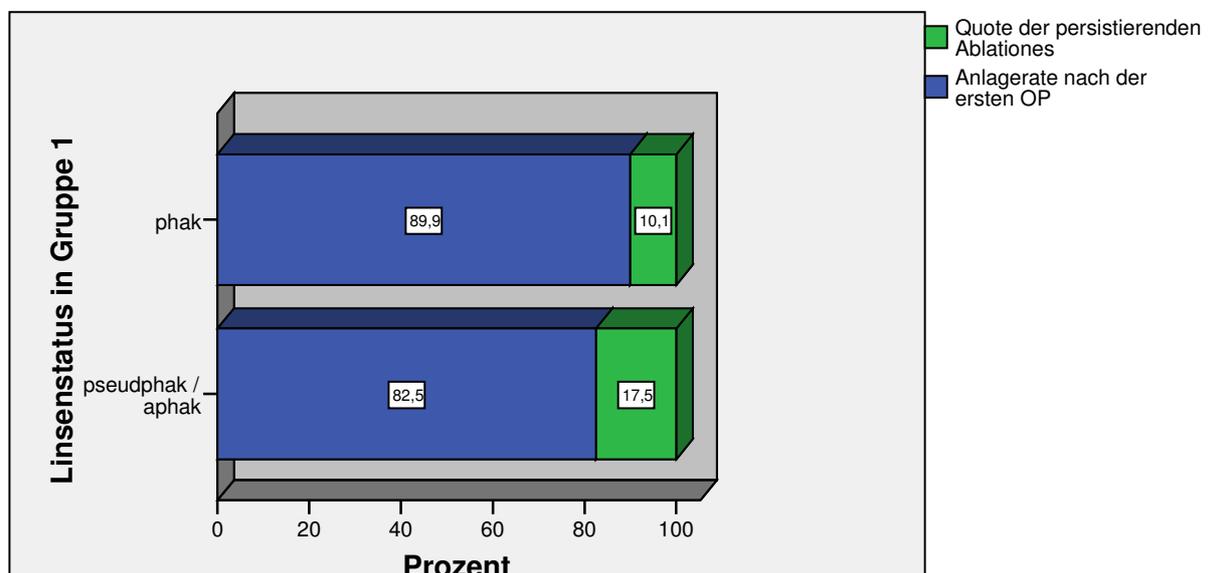


Abbildung 4.23.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus in Gruppe 1 (Einfach Fälle)

Gruppe 2 (Mittelschwere Fälle):

In diese Gruppe waren 203 Fälle eingeschlossen. Es ergab sich eine primäre Anlagerate von 82,3% und eine Reablatioquote von 15%. In Bezug auf den Linsenstatus errechnete sich eine Erfolgsrate von 89,1% bei den phaken und 70,3% bei den pseudophaken / aphaken Augen (χ^2 -Wert nach Pearson = 11,49 (df=1), p<0,001). Eine Reablatio entwickelte sich jeweils bei 13% bzw. 19,2% der Patienten.

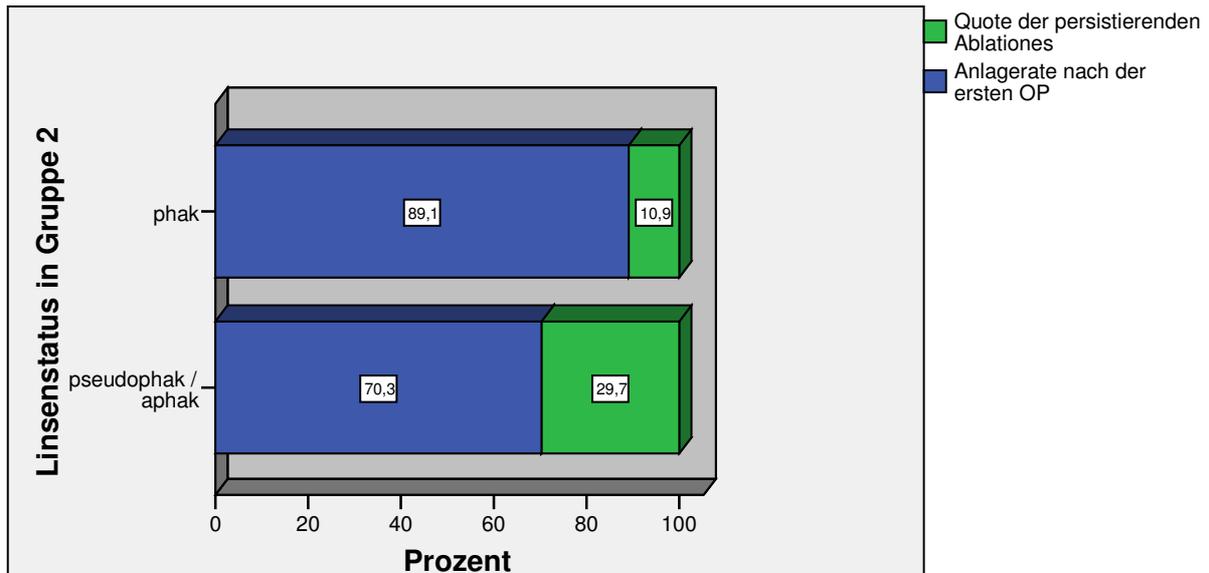


Abbildung 4.24.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus in Gruppe 2 (Mittelschwere Fälle)

Gruppe 3 (Komplizierte Fälle):

Diese Gruppe schloss 62 Patienten ein. Mit einer Operation konnte ein Erfolg von 80,6% erzielt werden; eine Reablatio trat im Verlauf bei 20% ein. Die primäre Anlagerate lag bei den phaken Patienten bei 90,2% und bei den pseudophaken / aphaken Patienten bei 36,4% (Exakter Wert nach Fisher: $p < 0,001$). Die Reablatioquote betrug 19,6% bzw. 25%.

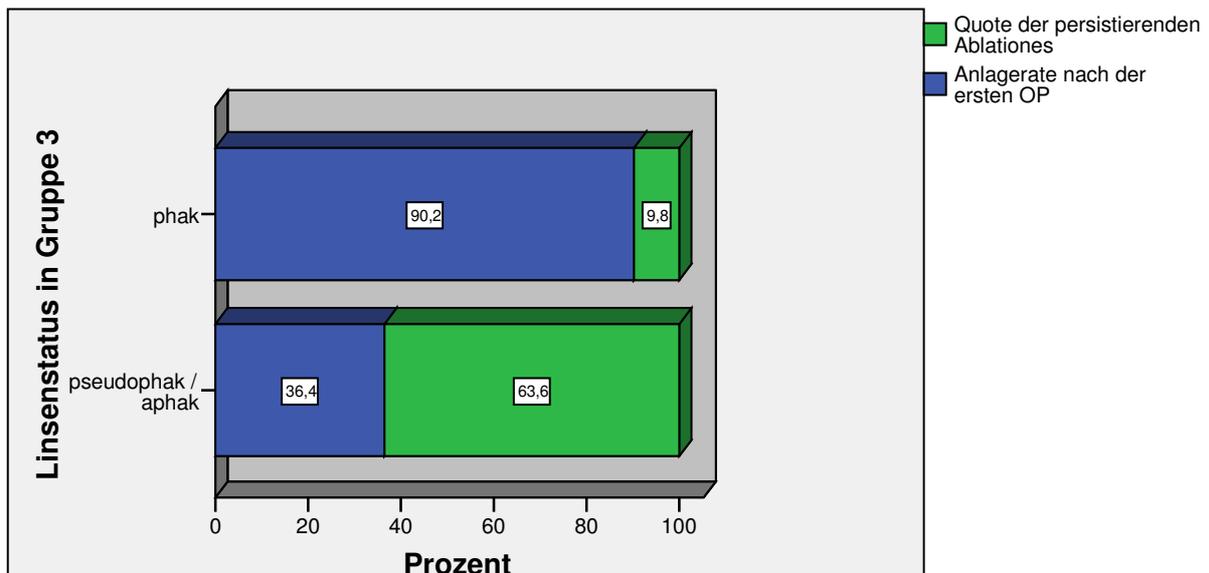


Abbildung 4.25.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus in Gruppe 3 (Komplizierte Fälle)

Eine Zusammenfassung der Operationsergebnisse nach Schweregraden zeigen Tabelle 4.20. und das Säulendiagramm in Abbildung 4.26.:

Gruppen	Linsenstatus	Anzahl (n=524)	Prozent	Primäre Anlagerate	Reablatioquote
Gruppe 1 - (Einfache Fälle)	phak	179	34,2%	89,9%	14,9%
	pseudophak / aphak	80	15,3%	82,5%	28,8%
Gruppe 2 - (Mittelschwere Fälle)	phak	129	24,6%	89,1%	13%
	pseudophak / aphak	74	14,1%	70,3%	19,2%
Gruppe 3 - (Komplizierte Fälle)	phak	51	9,7%	90,2%	19,6%
	pseudophak / aphak	11	2,1%	36,4%	25%

Tabelle 4.20.: Schweregrad der Netzhautablösung nach Linsenstatus

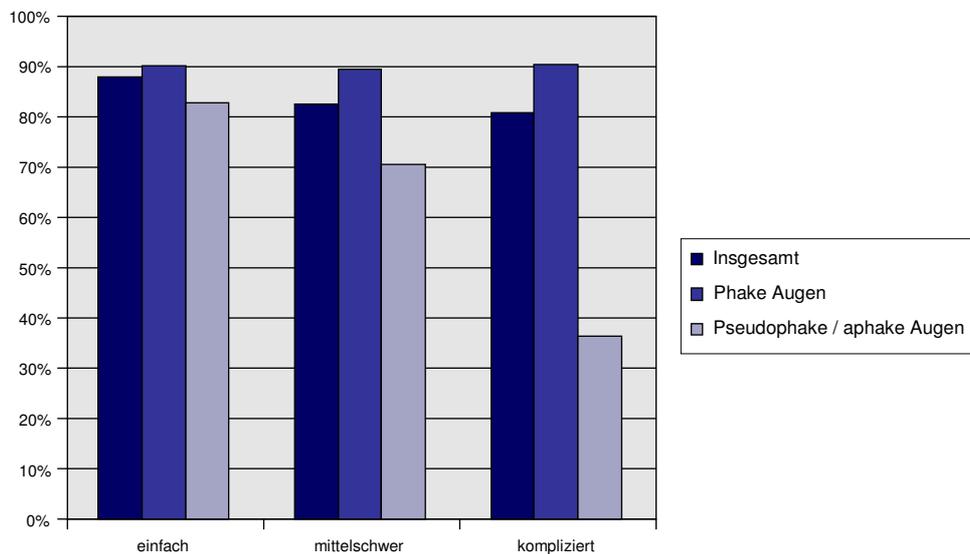


Abbildung 4.26.: Primäre Anlageraten nach Schweregraden insgesamt und nach Linsenstatus

Die primäre Anlagerate über alle 524 Fälle verschlechtert sich von 87,6% bei den einfachen Fällen auf 80,6% bei den komplizierten Fällen. Bei näherer Betrachtung der Tabellen und Diagramme wird jedoch ersichtlich, dass die Anlagerate bei den phaken Augen in allen drei Gruppen in etwa konstant bei circa 90% bleibt, bei den pseudophaken / aphaken Augen dagegen deutlich von 82,5% auf 36,4 abfällt. Diese Tendenz zu schlechter werdenden Operationsergebnissen bei komplizierteren Ausgangsbedingungen bei den pseudophaken / aphaken Augen ließ sich auch statistisch belegen (χ^2 -Quadrat-Trendtest: $\chi^2(df=1) = 10,01$, $p=0,002$).

4.5. Operationsergebnisse nach Operateur

4.5.1. Primäre Anlagerate

Um die primäre und sekundäre Anlagerate nach Operateuren zu ermitteln, wurden im Folgenden dieselben 524 Fälle wie in 4.2.2. in die drei Gruppen Operateure A und B zusammen, Operateur A oder Operateur B eingeteilt. 65 Patienten wurden von beiden Ärzten gemeinsam operiert, bei 223 Patienten leitete Operateur A und bei 236 Operateur B die Operationen. Abbildung 4.27. gliedert die primäre Anlagerate nach Operateuren auf:

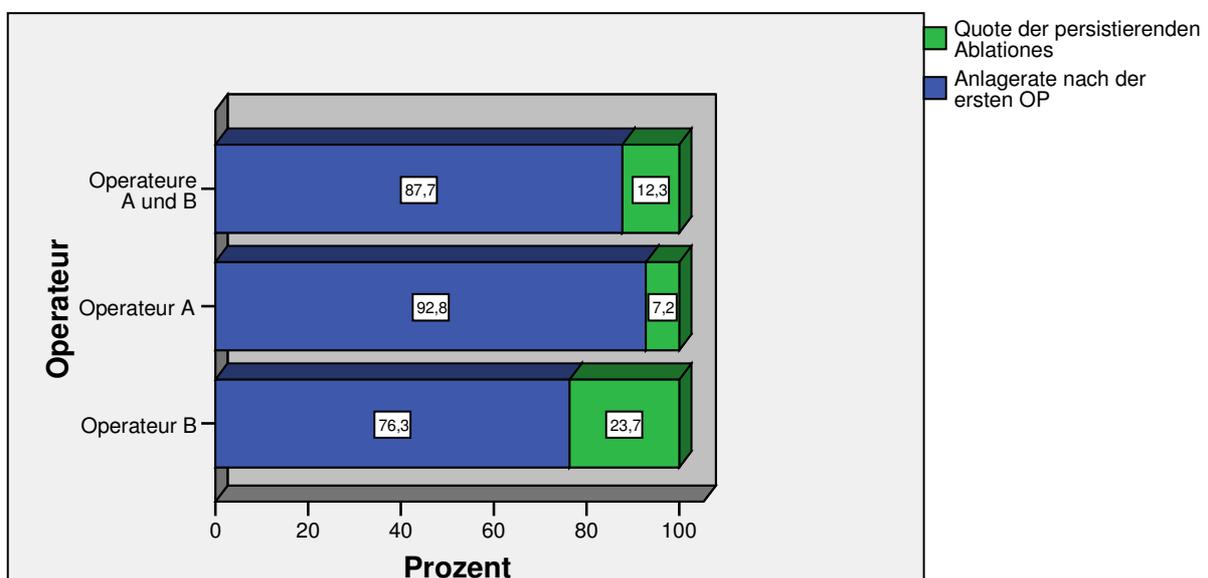


Abbildung 4.27.: Primäre Anlagerate nach Operateur

Die gemeinsamen Operationen weisen als Ergebnis eine primäre Anlagerate von 87,7% auf. Mit 92,8% fiel die primäre Anlagerate bei Operateur A besser aus als bei Operateur B mit 76,3%. Mit einem χ^2 -Test auf dem Signifikanzniveau $p=0,05$ lies sich ein Unterschied ermitteln (χ^2 -Wert nach Pearson = 23,76 (df=1), $p<0,001$).

Von 524 Patienten wurden 65 von beiden Operateuren gemeinsam, 223 Patienten von Operateur A und 236 von Operateur B operiert. Wenn man die Ergebnisse nach Operateuren analysiert, ist es notwendig, die Unterschiede im Patientenkollektiv aufzuzeigen, da trotz der hohen Fallzahl keine identischen Ausgangsbedingungen angenommen werden können. Auch bei den Operationsverfahren konnten gewisse Unterschiede bemerkt werden.

Im Folgenden wird speziell auf die Verteilung einiger Einflussfaktoren auf die Operateure eingegangen. Dargestellt ist dies in Tabelle 4.21.

Wie im Kapitel 4.3.7. ermittelt wurde, ist die primäre Anlagerate umso schlechter, je weiter die Ablatio ausgedehnt ist. In den drei Operateurgruppen wurde der Mittelwert der Ablatioausdehnung gebildet. Bei den gemeinsamen Operationen lag dieser Wert bei 4,45 Stunden der Funduszirkumferenz, bei Operateur A bei 4,93 Stunden und bei Operateur B im Schnitt bei 5,18 Stunden.

Es zeigte sich im Kapitel 4.3.9., dass die Operationsergebnisse bei Ablationes mit funduskopisch nicht sichtbaren Foramina schlecht ausfallen. Der Anteil dieser speziellen Netzhautablösungen war bei den gemeinsamen Operationen mit neun (13,8%) von 65 Fällen am höchsten. Fünf (2,2%) der 223 Patienten, die von Operateur A behandelt wurden, wiesen kein sichtbares Foramen auf; bei Operateur B lag der Anteil mit 20 (8,5%) von 236 Fällen höher.

Eine Analyse des Verhältnisses von pseudophaken / aphaken zu phaken Patienten ergab folgende Werte: Bei den gemeinsam durchgeführten Operationen betrug es 33,8% zu 66,2%, bei Operateur A 30% zu 70% und bei Operateur B 32,2% zu 67,8%.

Unterschiede gab es auch in der Wahl der Plombengröße. Bei den gemeinsam behandelten Patienten kam ausschließlich die 2,5mm Plombe zu Einsatz. Operateur A verwendete bei 112 (55,7%) Patienten die breitere 2,5mm Plombe und bei 89 (44,3%) Patienten die schmalere 2,0mm Plombe. Operateur B hingegen wählte die 2,5mm Plombe bei 101 (48,8%) Augen und die 2,0mm Plombe bei 106 (51,2%) Augen.

Auch bei den intraokulären Injektionen gab es Unterschiede zwischen den drei Gruppen. In 28 (47,5%) Augen wurde bei den gemeinsamen Operationen Gas injiziert, bei 31 (52,5%) Augen wurde darauf verzichtet. Operateur A gab 111-mal (52,1%) Gas ein, 102-mal (47,9%) nicht. Operateur B führte 97 (41,5%) Gaseingaben durch, 137 (58,5%) wurde von einer Injektion abgesehen.

	Operateur(e)			p (A versus B)
	AB	A	B	
Ablatioausdehnung Mittelwert (h)	4,45	4,93	5,18	0,263 ¹
„Kein Loch“ - Situation	13,8%	2,2%	8,5%	0,003 ²
Pseudophakie / Aphakie	33,8%	30%	32,2%	0,618 ²
2,5mm Plombe	100%	55,7%	48,8%	0,161 ²
Gasinjektion	47,5%	52,1%	41,5%	0,024 ²

¹t-Test, ² χ^2 - Test

Tabelle 4.21.: Verteilung ausgewählter Einflussfaktoren auf die Operateure

4.5.2. Sekundäre Anlagerate

Zur Ermittlung der sekundären Anlagerate wurden wie in 4.2.2. fünf Fälle ohne erneute Operation bei persistierender Netzhautablösung als Misserfolg gewertet. Die sekundären Anlageraten zeigt Abbildung 4.28.:

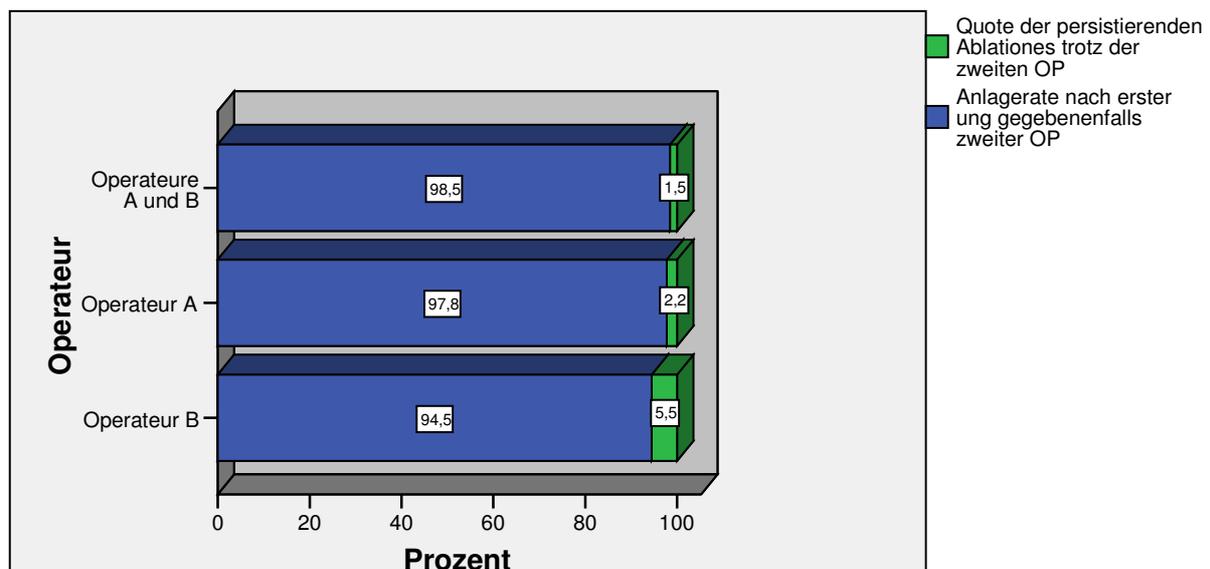


Abbildung 4.28.: Sekundäre Anlagerate nach Operateur

Die beste sekundäre Anlagerate (98,5%) wurde bei den Fällen erreicht, die initial von beiden Operateuren behandelt wurden. Der Unterschied zwischen den beiden Operateuren ist bei der sekundären Anlagerate (97,8% versus 94,5%) geringer ausgeprägt als bei der primären (χ^2 -Wert nach Pearson = 3,25 (df=1), p=0,072).

4.5.3. Reablationes

Zur Betrachtung der Reablationes bei den einzelnen Operateuren wurden wie in 4.2.3. 437 Fälle untersucht. Tabelle 4.21. zeigt nach Operateur aufgegliedert die Reablatioquoten:

Operateur	Keine Reablatio		Reablatio	
	Anzahl (n=360)	Prozent (in Zeilen)	Anzahl (n=77)	Prozent (in Zeilen)
Operateure A und B (n=57)	46	80,7%	11	19,3%
Operateur A (n=196)	164	83,7%	32	16,3%
Operateur B (n=184)	150	81,5%	34	18,5%

Tabelle 4.22.: Reablatioquote nach Operateur

Bei den Patienten, die von beiden Augenärzten gemeinsam operiert wurden, lag die Reablatioquote mit 19,3% am höchsten. Der Unterschied zwischen den beiden Operateuren A und B betrug lediglich 2,2 Prozentpunkte (χ^2 -Wert nach Pearson = 0,306 (df=1), p=0,58). Im Vergleich zwischen gemeinsamen und eigenständig geleiteten Operationen ergab sich kein statistischer Unterschied (χ^2 -Wert nach Pearson = 0,127 (df=1), p=0,721).

Als nächstes wird in Tabelle 4.22. die Ursache der Reablatio nach Operateuren verglichen. Es wurden nur Fälle mit eindeutig diagnostizierter Genese eingeschlossen; differenziert wurde nach PVR-bedingter und PVR-unabhängiger Reablatiogenese.

Genese der Reablatio	Operateure A und B		Operateur A		Operateur B	
	Anzahl (n=8)	Prozent	Anzahl (n=29)	Prozent	Anzahl (n=33)	Prozent
Reablatio ohne PVR (n=34)	4	50%	12	41,4%	18	54,5%
Reablatio mit PVR (n=36)	4	50%	17	58,6%	15	45,5%

Tabelle 4.23.: Genese der Reablatio nach Operateur

Bei den gemeinsam durchgeführten Operationen lag das Verhältnis zwischen PVR-bedingter Reablatio und Reablatio ohne PVR-Beteiligung bei 50% zu 50%. Operateur B hatte mit 45,5% einen geringeren Anteil an PVR-Reablationes als Operateur A mit 58,6%. Ein signifikanter Unterschied ließ sich nicht nachweisen (χ^2 -Wert nach Pearson = 1,071 (df=1), p=0,301).

Abbildung 4.29. zeigt, aufgeteilt nach Operateuren, die Zeiträume bis zum Auftreten der Reablatio. Auf die gemeinsam durchgeführten Operationen wird bei den Reablatiointervallen und bei der Therapie der Reablatio auf Grund der geringen Fallzahl nicht eingegangen, die Werte ähneln allerdings den Folgenden.

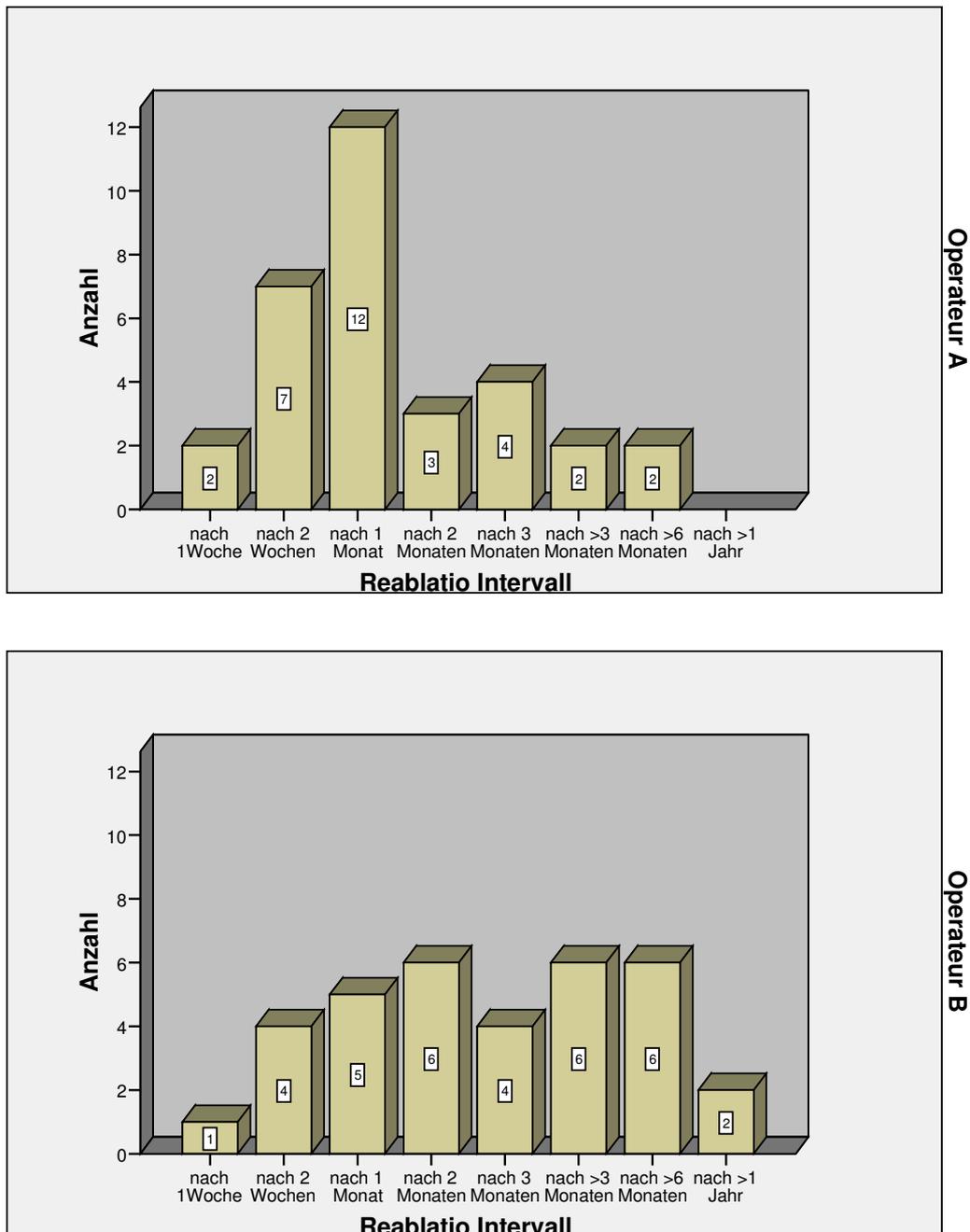


Abbildung 4.29.: Intervall bis zur Entwicklung einer Reablatio nach Operateur

Die Intervalle bis zum Auftreten der Reablatio unterschieden sich bei den beiden Operateuren etwas. Während sich bei Operateur A 65,7% der betroffenen Netzhäute bereits nach höchstens einem Monat erneut ablösen, kam es bei Operateur B nur bei 29,4% nach höchstens einem

Monat zu einer Reablatio. Der Zeitraum von der erfolgreich verlaufenen Erstoperation bis zum Eintreten einer Reablatio war bei Operateur B also im Durchschnitt länger als bei Operateur A.

Bei der Therapie der Reablatio gab es kaum Unterschiede zwischen den beiden Ärzten. 25 (78,1%) Patienten von Operateur A wurden vitrektomiert, bei fünf (15,6%) wurde eine Plombe nachgelegt und bei zwei (6,3%) Patienten wurde SF₆-Gas eingegeben. 22 (64,7%) der von Operateur B initial behandelten Patienten wurden vitrektomiert, eine Plombe wurde bei sechs (17,6%) Augen nachgelegt und viermal (11,8%) wurde SF₆-Gas eingegeben; jeweils ein (2,9%) Patient bekam eine Plombenverschiebung bzw. eine Laserkoagulation.

Die Reablationen wurden von diversen Operateuren an der Augenklinik München behandelt. Somit ist ein Rückschluss dieser Ergebnisse auf den Operateur der Primärablatio wenig sinnvoll.

4.5.4. Operationsdauer

Um die Entwicklung der Operationsdauer zu untersuchen, wurden 510 der 524 Fälle nach Operateuren analysiert. 62 Patienten wurden von den Operateuren A und B gemeinsam operiert, 218 von Operateur A und 230 von Operateur B. 14 Fälle mussten ausgeschlossen werden, weil die Operationsdauer nicht dokumentiert worden war. Die mittlere Operationsdauer von Operateur A war mit 58,3 Minuten gegenüber 45,8 Minuten bei Operateur B um 12,5 Minuten länger (t-Test bei unabhängigen Stichprobe: $t = 7,632$, (df = 446), $p < 0,001$). Bei den gemeinsamen Operationen ergab sich eine mittlere Operationszeit von 65,7 Minuten.

In chronologischer Reihenfolge wurden die Operationen in Gruppen zu je zehn Fällen eingeteilt und jeweils der Mittelwert der Operationsdauer errechnet. (Die jeweils letzten Gruppen bestanden aus 12 Fällen bei beiden Operateuren, aus 8 Fällen bei Operateur A und aus 10 Fällen bei Operateur B).

In Abbildung 4.30. wurde die gemittelte Operationsdauer chronologisch aufgetragen:

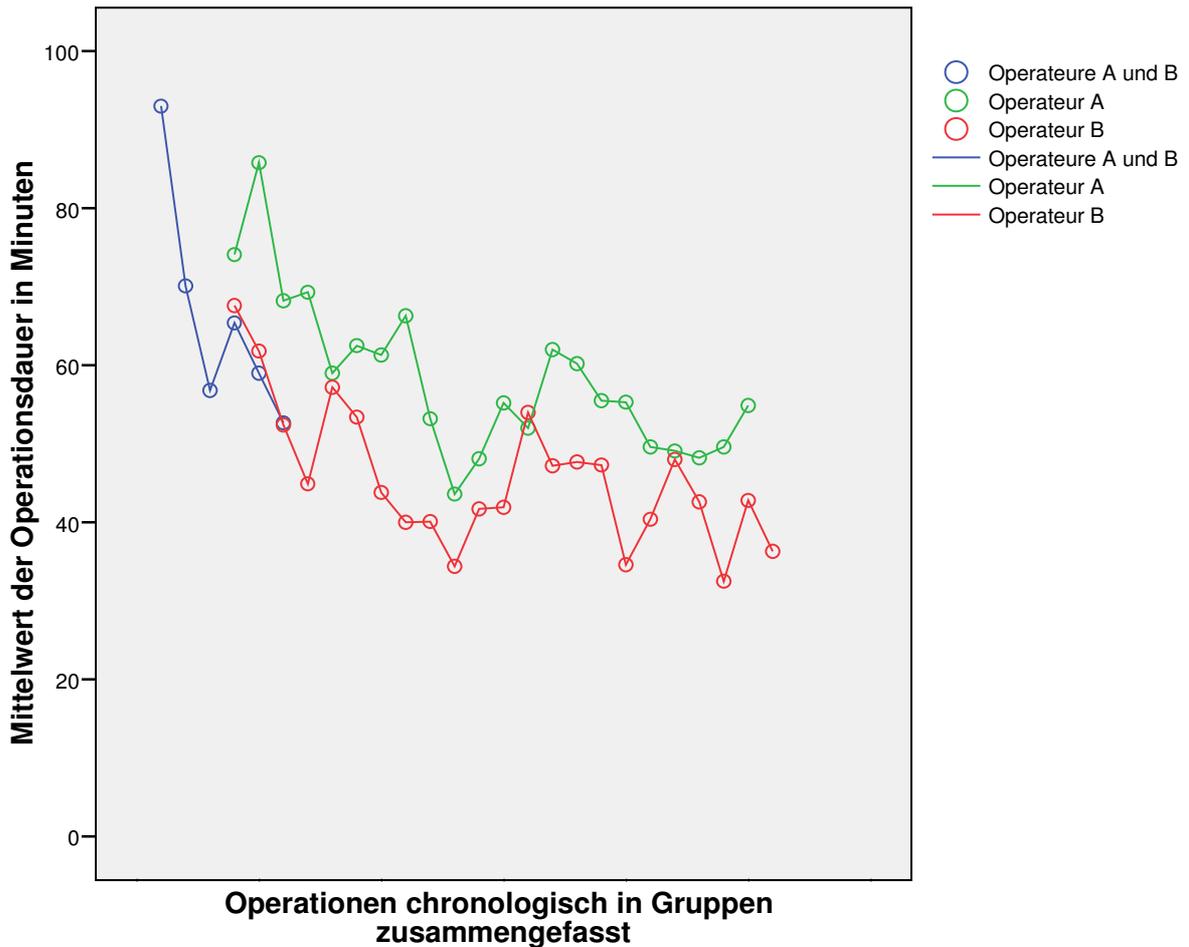


Abbildung 4.30.: Entwicklung der Operationsdauer nach Operateur

Die Operationsdauer sank bei allen drei Operateurgruppen. Bei den gemeinsamen Operationen fiel die durchschnittliche Dauer von initial 93 Minuten bei den ersten zehn auf 52,7 Minuten bei den letzten zwölf Operationen. Operateur A begann mit einem Mittelwert von 74,1 Minuten und benötigte bei seinen letzten acht Patienten im Durchschnitt noch 54,9 Minuten. Von 67,6 auf 36,3 Minuten entwickelte sich die gemittelte Zeit bei Operateur B. Der Überschneidungsbereich der Linien (auf der x-Achse) symbolisiert den schrittweisen Übergang zu eigenständigem Operieren.

Da anzunehmen ist, dass für Operationen mit nicht sichtbarem Foramen mehr Zeit benötigt wird, wurde in Tabelle 4.23. für beide Operateure die durchschnittliche Operationsdauer im Vergleich zu den Ablationes mit mindestens einem erkennbaren Foramen dargestellt. Verglichen wurden hierbei 218 Fälle von Operateur A und 234 Fälle von Operateur B.

		Anzahl (n=448)	Mittelwert der OP-Dauer (min)
Operateur A (n=218)	kein Foramen sichtbar	5	61
	mindestens ein Foramen sichtbar	213	58,3
Operateur B (n=234)	kein Foramen sichtbar	20	54,1
	mindestens ein Foramen sichtbar	210	45,0

Tabelle 4.24.: Operationsdauer nach Lokalisierbarkeit des Netzhautdefekts und Operateur

Wenn kein Netzhautloch auffindbar war, benötigte Operateur A durchschnittlich 2,7 Minuten und Operateur B durchschnittlich 9,1 Minuten mehr Zeit für die Operation als bei Patienten mit sichtbarem Foramen.

4.5.5. Lernkurve

Die nachfolgende Abbildung 4.31. veranschaulicht die Entwicklung der primären Anlagerate bei den einzelnen Operateuren im Zeitverlauf. Die einzelnen Operationen wurden hierzu chronologisch geordnet, in Gruppen von je 10, manchmal 11 Fällen zusammengefasst und die jeweiligen primären Anlageraten berechnet. Der Überschneidungsbereich der Linien (auf der x-Achse) symbolisiert den schrittweisen Übergang zu eigenständigem Operieren.

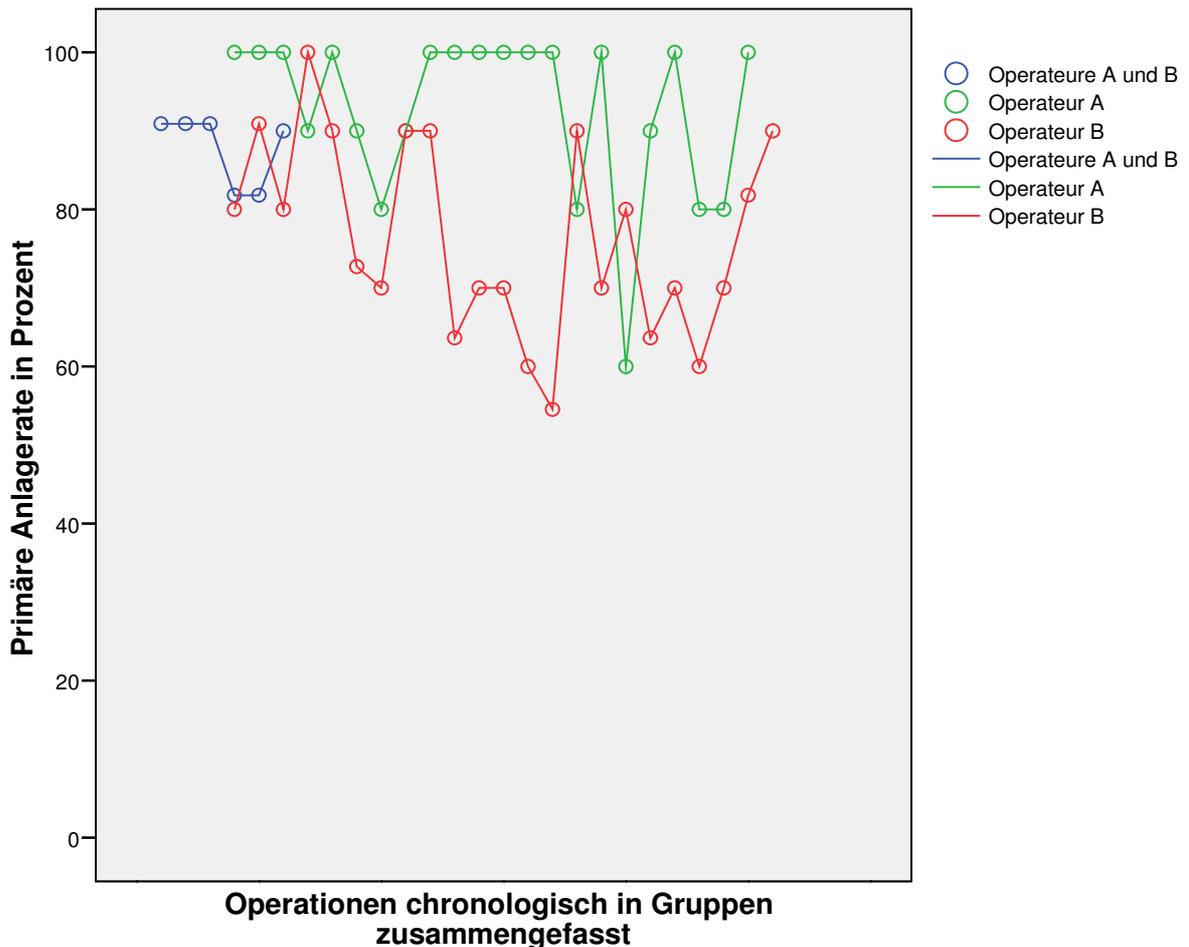


Abbildung 4.31.: Entwicklung der primären Anlagerate nach Operateur

In allen drei Gruppen entwickelte sich die Anlagerate im Zeitverlauf eher zum Schlechteren. Bei den gemeinsamen Operationen lag sie zwischen 81,8% und 90,9%. Sowohl bei Operateur A als auch B fällt die beachtliche Schwankung der Anlageraten auf. Bei Operateur A liegt sie zwischen 60% und 100%, bei Operateur B zwischen 54,6% und 100%.

Zur Untersuchung der Inzidenz einer Reablatio mit zunehmender Erfahrung der Operateure, wurden dieselben 437 Fälle wie in 4.2.3. chronologisch geordnet und in 19 Gruppen zu à 23 Fällen eingeteilt. Abbildung 4.32. zeigt die Anzahl der Reablationes in den einzelnen Gruppen.

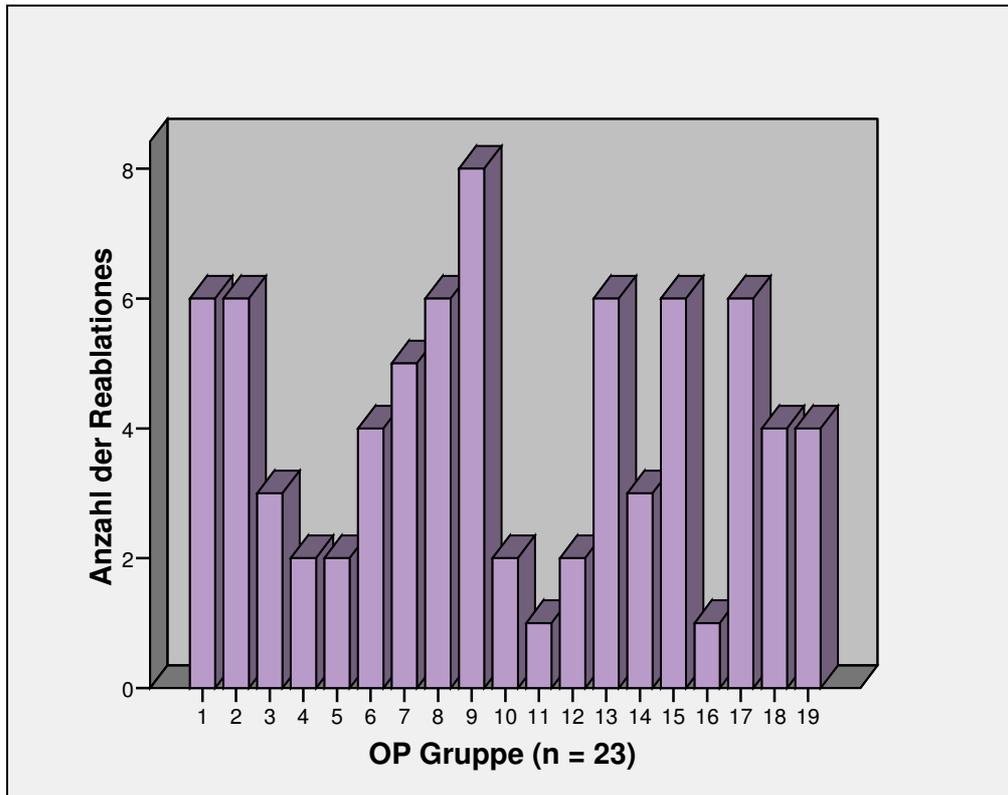


Abbildung 4.32.: Inzidenz der Reablationes im Zeitverlauf

In den jeweiligen Gruppen kam es zwar unterschiedlich oft zu einer erneuten Ablösung der Netzhaut, eine klare Tendenz zeichnete sich aber nicht ab. Eine größere Operationserfahrung hat also keinen Einfluss auf die Häufigkeit einer Reablatio (χ^2 -Quadrat-Trendtest: $\chi^2(df=1) = 0,118, p=0,731$).

5. Diskussion

5.1. Patientenkollektiv

Die Altersstruktur der Patienten dieser Untersuchung entspricht in etwa den Angaben anderer Arbeiten. Das Patientenalter betrug im Mittel 58,3 Jahre bei den Männern und 60,2 Jahre bei den Frauen. Die höchste Prävalenz der Netzhautablösung lag zwischen dem 51 und 75 Lebensjahr. Han et al. (Han, Mohsin et al. 1998) beschrieben ein Durchschnittsalter von 55 Lebensjahren bei rhegmatogener Ablatio retinae. In einer Arbeit von Algvere et al. (Algvere, Jahnberg et al. 1999) wurde das mittlere Alter für Frauen mit 62,9 und für Männer mit 58,3 Jahren angegeben. Diederens et al. (Diederens, La Heij et al. 2007) berichteten einen Altersdurchschnitt von 60,9 Jahren. Bei asymptomatischen Netzhautablösungen ermittelte Greven et al. (Greven, Wall et al. 1999) einen Mittelwert von 49 Jahren.

Auch das ermittelte Geschlechtsverhältnis mit einem Überwiegen der Männer (60,7% versus 39,3% Frauen) lässt sich in der Literatur mit ähnlichen Werten wieder finden. So fanden sich in der Untersuchung von Diederens et al. (Diederens, La Heij et al. 2007) beinahe exakt dieselben Werte. Han et al. (Han, Mohsin et al. 1998) kamen auf einen männlichen Anteil von 62%. Auch bei Ho et al. (Ho, Chen et al. 2002) war das männliche Geschlecht mit 63,9% bis 69,4% häufiger betroffen.

5.2. Primäre Anlagerate und Rezidive

Die in dieser Arbeit ermittelte primäre Anlagerate lag bei 84,7%, die sekundäre Anlagerate bei 96,4%.

Bei einem Vergleich der Wiederanlageraten in der Literatur sollte bedacht werden, dass vielfach nicht von identischen Studienbedingungen ausgegangen werden kann. Unterschiede bei den Ein- und Ausschlusskriterien, verschiedene Operationsindikationen und -methoden sowie variable Endpunkte führen zu Schwankungen bei den Ergebnissen. In einer Metaanalyse mit insgesamt 4940 eingeschlossenen Augen berichten Wilkinson und Rice (Wilkinson und Rice 1997) von einer primären Anlagerate zwischen 75% und 91%; bei zwei oder mehreren Operationen lag die Anlagerate zwischen 88% und 97%. In einer Langzeitstudie mit 1008 Patienten gaben Grizzard et al. (Grizzard, Hilton et al. 1994) den primären Operationserfolg mit 92% an. In verschiedenen anderen Studien schwanken die Anlageraten zwischen 82% und 85,5% nach einer Operation sowie zwischen 95% und 99,3%

nach weiteren Interventionen (Schwartz, Kuhl et al. 2002; Afrashi, Akkin et al. 2005; Falkner-Radler, Binder et al. 2008).

Die Werte der Anlageraten in der vorliegenden Studie entsprechen also durchaus den Angaben in der Fachliteratur und übertreffen diese sogar tendenziell.

Der Anteil der Patienten, die eine Reablatio entwickelten, lag bei 17,6%; 82,4% der initial erfolgreich therapierten Patienten wurden also dauerhaft mit nur einer Operation geheilt.

In einer Studie von Halberstadt et al. (Halberstadt, Brandenburg et al. 2003) wurde bei 88,5% der phaken und 86,3% der pseudophaken Patienten eine anliegende Netzhaut für mindestens sechs Monate festgestellt; PVR-Stadien ab PVR B wurden dabei jedoch im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit ausgeschlossen. In einer Arbeit von Ho und McMeel (Ho und McMeel 1985) wurde bei Totalablationes mit fortgeschrittener PVR eine höhere Reablatioquote von 32% ermittelt.

In der vorliegenden Studie war bei 51,4% eine PVR-Reaktion Ursache der erneuten Ablösung. In einer älteren Arbeit von Rachal et al. (Rachal und Burton 1979) wurden über die Hälfte (60%) der Reablationes auf eine präretinale Membranbildung oder Zugwirkung zurückgeführt. Bei Afrashi et al. (Afrashi, Akkin et al. 2005) lag das Verhältnis PVR-Reablatio zu Reablatio ohne PVR bei 47% zu 53%.

Die Reablationes wurden ebenso wie die persistierenden Ablationes zu einem hohen Anteil (71,4% und 73,3%) mit einer pars plana Vitrektomie behandelt. In beiden Gruppen konnten mit Erfolgsquoten von 80% und 90,9% gute Ergebnisse erzielt werden.

5.3. Prognostische Faktoren

5.3.1. Refraktion

In dieser Arbeit hatten 29,2% der Patienten eine Kurzsichtigkeit von mehr als vier Dioptrien. Die Myopie wird in diversen Studien als Risikofaktor für eine rhegmatogene Ablatio retinae beschrieben. Kurzsichtige Patienten erkrankten häufiger an einer Ablatio retinae als normalsichtige. Ein um den Faktor sieben erhöhtes Risiko für eine Netzhautablösung wurde von Böhringer bereits bei einer leichten Myopie von zwei Dioptrien ermittelt (Bohringer 1956).

Während sich die primäre Anlagerate bei den hyperopen, emmetropen und schwach myopen (bis 4 Dioptrien) Augen zwischen 82,1% und 84,6% bewegte, konnte bei den stark myopen Patienten mit 91,3% bessere Operationsergebnisse erzielt werden. Dies kann operationstechnisch bedingt sein, da in großen myopen Augen ursächliche Netzhautlöcher oft besser lokalisierbar sind.

Im Gegensatz dazu konnten Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006) keinen Einfluss des Myopiegrades auf die anatomische Erfolgsquote feststellen.

5.3.2. Proliferative Vitreoretinopathie (PVR)

Die Entwicklung einer Proliferativen Vitreoretinopathie verläuft schleichend durch die Differenzierung der in den Glaskörperraum eingeschwemmten retinalen Pigmentepithelzellen zu fibroblastenartigen Zellen. Diese Zellen proliferieren und bilden Membranen aus. Eine Zugwirkung der Membranen an der Netzhaut kann schließlich zu einer erneuten Ablatio führen (Spencer 1996). In der Tat zeigte sich eine erhöhte Reablatioquote (32,6%) bei Patienten, die schon präoperativ eine PVR C aufwiesen. Bei Fällen ohne PVR bzw. PVR A oder B lag die Reablatioquote dagegen bei nur 9,1% bis 16,1%. Dennoch stellt der stabile Netzhautbefund bei 67,4% der Augen in der PVR C Gruppe einen ansehnlichen Operationserfolg dar. In einer Arbeit von Sivkova und Kreissig (Sivkova und Kreissig 2002) konnten mit der Plombenchirurgie gute anatomische und auch funktionelle Ergebnisse bei PVR-Ablationen erzielt werden.

Es lies sich bestätigen, dass bei schon präoperativ fortgeschrittener PVR der Großteil der Reablationes auf die PVR-Reaktion zurückzuführen war ($p < 0,001$).

Die Proliferative Vitreoretinopathie bleibt ein Hauptproblem in der Therapie der rhegmatogenen Ablatio retinae. Die Einordnung der PVR in Abhängigkeit weiterer präoperativer Faktoren in das Therapiekonzept der Netzhautablösung erfordert weitere Untersuchungen, die eine Verringerung der Rate PVR-bedingter Reoperationen als Zielgröße haben sollten. Ein neuer, aber noch unausgereifter Therapieansatz ist die pharmakologische Beeinflussung dieser Glaskörperreaktion (Sundaram, Barsam et al. 2010).

5.3.3. Dauer der Symptome

Der Großteil der Patienten (92%) dieser Studie konnte eindeutig Prodromi einer Netzhautablösung wie Mouches volantes, Photopsien, Rußregen, Schattensehen und Metamorphopsien wahrnehmen. Dieser Anteil liegt deutlich höher als bei Kanski (Kanski 1989), wonach nur circa 60% der Patienten über derartige Symptome berichten können.

Obwohl sie Veränderungen an ihrer Sehkraft bemerkten, konsultierten viele Patienten erst sehr spät einen Augenarzt. Bei circa 30% der Patienten vergingen mehr als zwölf Tage von den ersten wahrgenommenen Symptomen bis zur Diagnosestellung. Dieser Befund ist relevant, da eine Ablösung der Retina zeitnah operativ versorgt werden sollte. So fordert Freyler (Freyler 1982) sogar innerhalb von ein bis zwei Tagen eine Operation bei einer akuten Netzhautablösung mit Makulabeteiligung. Einige Autoren beschrieben schlechtere anatomische Operationsergebnisse bei länger andauernder Ablatio (Wenk 1982; Bierkämpfer 1994). In einer Untersuchung von Hassan et al. (Hassan, Sarrafizadeh et al. 2002) betrug die primäre Anlagerate bei Ablationes, die bis zu zehn Tagen bestanden, 93,1%, bei mehr als zehn Tagen lag die Anlagerate nur noch bei 77,3%. Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht bestätigt werden, da die primäre Anlagerate bei einer längeren Symptombdauer nicht absank. Die klinische Erfahrung zeigt, dass langsam progrediente Ablationes von den Patienten relativ spät bemerkt werden. Oft zeigt sich in dieser Situation nur ein kleiner Netzhautdefekt mit wenig subretinaler Flüssigkeit, also eine günstige operative Ausgangssituation. Aber selbst wenn bei lange bestehenden Ablationes gute anatomische Operationsergebnisse erzielt werden konnten, bleibt die Maxime einer schnellstmöglichen operativen Behandlung bestehen, da die Retina durch eine andauernde Ischämie irreversible Schäden davonträgt. Darüber hinaus ist zu vermuten, dass umso mehr Pigmentepithelzellen in den Glaskörperraum geschwemmt werden, je länger die Netzhautablösung bestehen bleibt. In der Tat war der Anteil der Augen mit PVR C bei den Fällen mit einer Ablatiosymptomatik von mehr als zwölf Tagen am höchsten.

5.3.4. Linse

Verschiedene Studien belegen, dass Menschen mit einer Kunstlinse ein höheres Risiko für eine Netzhautablösung tragen als Menschen mit phaken Augen. Bei circa jeder vierten Ablatio liegt eine Pseudophakie vor (Halberstadt, Brandenburg et al. 2003). In dieser Studie hatten sogar 31,5% der Patienten eine Kunstlinse oder waren linsenlos. Nach Javitt et al. (Javitt, Vitale et al. 1991) liegt das Risiko für eine Ablatio retinae nach extrakapsulärer Kataraktextraktion bei ungefähr einem Prozent; dies liegt deutlich über dem Risiko der Gesamtbevölkerung. Erklärt wird dies durch Zugkräfte, die bei Linsenoperationen auf den Glaskörper und fortgeleitet auch auf die Netzhaut einwirken (Kraff und Sanders 1990). Dennoch ist das Risiko einer rißbedingten Netzhautablösung nach einer Kataraktoperation mittels Phakoemulsifikationstechnik gering. Da jedoch insbesondere bei jüngeren pseudophaken Patienten ein höheres Risiko für eine Ablatio retinae gefunden wurde (Russel, Gaskin et al. 2006), sollte die Indikation zur Operation des Grauen Stars besonders in dieser Altersgruppe kritisch abgewogen werden.

In der vorliegenden Untersuchung wurden bei den phaken Augen deutlich bessere Operationsergebnisse erzielt als bei den pseudophaken (89,9% und 89% versus 73,9%) ($p < 0,001$). Ähnliche Ergebnisse wurden von Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006) publiziert. Demnach wurden nach der ersten Plombenoperation die besten Ergebnisse bei phaken Augen erzielt, gefolgt von Augen mit einer Katarakt, pseudophaken Augen und zuletzt aphaken Augen. Auch andere Autoren haben untersucht, wie sich der Linsenstatus auf den Operationserfolg auswirkt (Schwartz, Kuhl et al. 2002; Halberstadt, Brandenburg et al. 2003; Christensen und Villumsen 2005). Dabei konnte in keiner dieser drei Arbeiten ein relevanter Unterschied zwischen normo- und pseudophaken Augen bei den Anlageraten festgestellt werden.

Die Unterschiede zwischen phaken und pseudophaken Augen lassen sich durch Besonderheiten der Ablatio in pseudophaken Augen erklären, wie zum Beispiel kleinere, oft schwierig erkennbare Foramina oder Trübungen der Linsenkapsel, die den Einblick erschweren.

5.3.5. Glaskörperblutung

Die primäre Anlagerate bei Patienten mit einer präoperativen Glaskörperblutung fiel schlechter aus als bei Patienten ohne vitreale Einblutung ($p=0,092$). Eine nahe liegende Erklärung ist der verschlechterte Einblick bei der Funduskopie während der Operation. In einer Umfrage von Laqua et al. (Laqua und Honnicke 2001) unter deutschsprachigen und amerikanischen Netzhautchirurgen zeigte sich deshalb bei beiden Gruppen eine deutliche Tendenz zur primären Vitrektomie bei Netzhautablösungen mit einer Glaskörperblutung.

5.3.6. Ablatioausdehnung und Makula

Es konnte gezeigt werden, dass die Erfolgsaussichten bei einer Plombenoperation besser sind, je geringer die Netzhautablösung ausgedehnt ist ($p<0,001$). Die primären Anlageraten fielen umso besser aus, je weniger Fundusstunden bzw. Quadranten von der Ablatio betroffen waren. Drei von vier Netzhautablösungen waren über höchstens sechs Fundusstunden ausgedehnt. Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006) kamen zu einem vergleichbaren Ergebnis: Die primäre Anlagerate fiel dort von 85,8% bei einem betroffenen Quadranten auf 59,7% bei vier betroffenen Quadranten ab. In der vorliegenden Arbeit wurden diese Werte bei gleicher Tendenz leicht übertroffen. Auch Halberstadt et al. (Halberstadt, Brandenburg et al. 2003) stellten ein Absinken der Anlagerate fest, wenn die Zahl der betroffenen Quadranten zunimmt.

Ebenso wie bei Salicone (Salicone, Smiddy et al. 2006) wurden auch in der vorliegenden Arbeit bessere anatomische Operationserfolge erzielt, wenn die Makula präoperativ angelegen ist. Erklärbar wird dieser Zusammenhang dadurch, dass in der Regel die Ausdehnung der Ablatio bei anliegender Makula geringer ist. Die Fälle mit Makulabeteiligung hatten im Durchschnitt eine um 2,3 Fundusstunden größere Ablatio als die Fälle mit anliegender Makula. Somit ist das schlechtere anatomische Ergebnis der Augen mit abgelöster Makula wohl eher auf die Größe der Netzhautablösung zurückzuführen.

Von der Ablatio betroffen war am häufigsten der temporal obere Netzhautquadrant, gefolgt vom temporal unteren. Dies lässt sich gut nachvollziehen, da die meisten Foramina temporal oben entstehen (siehe 4.3.9.) und der verflüssigte Glaskörper dort eindringen kann. Dadurch löst sich die Retina zuerst temporal oben und - der Gravitationskraft der subretinalen Flüssigkeit folgend - auch temporal unten ab.

5.3.7. Art der Netzhautablösung

In dieser Arbeit wurde bei den hochblasigen Netzhautablösungen eine schlechtere Anlagerate erreicht als in der Vergleichsgruppe ($p=0,05$). Es gibt mehrere Gründe, die die Behandlung einer hochblasigen Amotio erschweren. Der größere Abstand der abgelösten Netzhaut zum Pigmentepithel erschwert die Kryokoagulation des Foramens. Zudem ist es schwieriger abzuschätzen, wo genau die abgelöste Netzhaut und das Foramen nach Drainage oder Resorption der subretinalen Flüssigkeit im Verhältnis zur aufgenähten Plombe zu liegen kommen; die ideale Platzierung der Plombe ist dadurch erschwert. Wie schon Langmann (Langmann 2004) bemerkte, stellt eine hochblasige Netzhautablösung eine ungünstige Ausgangssituation für die Plombenchirurgie dar.

5.3.8. Foramina

Das primäre Operationsergebnis fiel bei den Fällen mit Rundlöchern (84,4%) etwas schlechter aus als bei Patienten mit Hufeisenforamina (87,3%) ($p=0,413$). Ablationen mit Riesen-, Ora- oder radiären Rissen konnten mit guten Resultaten behandelt werden. Die wenigen Fälle mit einem weiter zentral gelegenen Netzhautloch konnten nicht ausreichend mit einer Plombe tamponiert werden, sodass hier eine primäre Vitrektomie durchgeführt werden sollte.

Die meisten Netzhautlöcher entstanden im temporal oberen Quadranten, gefolgt vom temporal unteren, dem nasal oberen und dem nasal unteren Quadranten. Dies entspricht im Wesentlichen den Angaben von Lincoff et al. (Lincoff und Gieser 1971), wonach die Netzhautlöcher im Verhältnis 60%:15%:15%:10% bei analoger Quadrantenreihenfolge verteilt sind. In der klinischen Praxis ist diese Abfolge bei der manchmal schwierigen Lochlokalisierung hilfreich.

Die Position des Netzhautlochs hatte auf den Operationserfolg keinen Einfluss.

Eine Netzhautablösung mit Foramina in mehreren Quadranten ist schwieriger mit einer Plombe zu versorgen, da alle Löcher mit einer - wenn auch ausgedehnter angelegten - Plombe tamponiert werden müssen. Dennoch lagen die Anlageraten im Durchschnitt.

Wenn der Netzhautdefekt nicht aufgefunden werden kann, stellt dies eine ungünstige Ausgangssituation vor der Operation einer Ablatio dar. Auch in dieser Arbeit ließ sich dies bestätigen, die primäre Anlagerate fiel mit 67,6% erheblich schlechter aus als bei den Fällen mit einem oder mehreren Foramina ($p=0,004$). Bei Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006; Salicone, Smiddy et al. 2006) und Kocaoglan et al. (Kocaoglan, Unlu et al. 2002) lagen

die primären Anlageraten bei Netzhautablösungen ohne erkennbaren Netzhautdefekt zwischen 55,3% und 62,2%. Kann der Operateur präoperativ kein Foramen lokalisieren, ist eine pars plana Vitrektomie der Plombe vorzuziehen, da verdächtige Netzhautareale oder gegebenenfalls die gesamte Netzhaut über 360° mittels Endolaserkoagulation behandelt werden können. Nach Untersuchungen von Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006) und Tewari et al. (Tewari, Kedar et al. 2003) waren die Ergebnisse bei der Plombenchirurgie ohne erkennbaren Defekt mit und ohne kombinierter Vitrektomie aber ähnlich.

Darüber hinaus wurde keine direkte Beziehung zwischen der Anzahl der Netzhautlöcher und dem Operationsergebnis gefunden. Zu einem ähnliche Resultat gelangten Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006), wonach sich zwischen Ablationen mit einem oder mehreren Foramina kein relevanter Unterschied im anatomischen Operationserfolg zeigte.

Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die Ausdehnung der Ablatio größer war, je mehr Netzhautlöcher gefunden werden konnten ($p=0,029$). Erklären lässt sich dies wohl über einen vermehrten Einstrom von Glaskörperflüssigkeit unter die Netzhaut.

5.3.9. Punktion

Dank der Pionierarbeit von Custodis, Lincoff und Kreissig wurde nachgewiesen, dass eine Netzhautablösung auch ohne Punktion erfolgreich operiert werden kann. Nach dem Verschluss des Netzhautlochs wird die subretinale Flüssigkeit allein durch das Pigmentepithel abgepumpt (Lincoff und Kreissig 2000; Kreissig 2002). Dies hatte den Vorteil, dass die Häufigkeit intraoperativer Komplikationen wie subretinale Blutungen und Netzhautperforationen deutlich vermindert werden konnte. Dennoch wird nach wie vor häufig Flüssigkeit abpunktiert, in dieser Studie bei circa 70% der Fälle. Nach Lincoff sollte die Entscheidung zu einer Punktion vom jeweiligen Befund abhängig gemacht werden. Wenn intraoperativ bei flach abgehobenen Netzhäuten ohnehin nur wenig Flüssigkeit zu erkennen ist, erscheint ein Verzicht auf die Punktion und damit eine Verringerung des Komplikationsrisikos sinnvoller. In einer Abhandlung von Langmann (Langmann 2004) wird dagegen auf eine erhöhte Reoperationsrate bei Non-Drainage-Operationen hingewiesen und Richtlinien zu Indikationsstellung und Wahl der Punktionsstellung gegeben.

Eine Punktion hatte in unserer Studie keinen eindeutigen Einfluss auf das unmittelbare Operationsergebnis ($p=0,376$), etwas bessere fiel die primäre Anlagerate aber aus wenn von einer Punktion abgesehen wurde.

Während Kreissig die Behandlung ohne Punktion favorisiert, erzielten Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006) bessere Resultate mit einer Punktion.

5.3.10. Art der Plombe und Plombenlänge

Mit Abstand am häufigsten wurden limbusparallele Plomben mit einer Breite von 2,5mm und 2,0mm verwendet. Das Hauptkriterium bei der Wahl der Plombe war die Größe des Netzhautforamens. Kleine Löcher wurden bevorzugt mit einer 2,0mm Plombe und etwas größere Löcher mit einer 2,5mm Plombe versorgt.

Mit den 2,5mm Plomben konnten bessere Resultate (88,8%) erzielt werden als mit den 2,0mm Plomben (82,1%) ($p=0,037$). Die Erfahrung des Operateurs bei der Lokalisation des ursächlichen Netzhautlochs spielt zudem eine Rolle. Beide Operateure verwendeten im Zeitverlauf zunehmend häufiger die 2,0mm Plombe, trotz der größeren Erfahrung verbesserten sich die Operationsergebnisse aber nicht. Die Aufnäherung einer kleineren 2,0mm Plombe erfordert aufgrund des entstehenden kleineren Buckels eine genauere intraoperative Lochlokalisierung. Offensichtlich ist aber die Wahrscheinlichkeit, das Foramen mit einer breiteren Plombe zu tamponieren größer, sodass der Eintritt von Flüssigkeit noch besser gestoppt werden kann. Bei breiteren Plomben ist jedoch das Risiko für Komplikationen wie Einschränkungen der Augenmotilität oder Fremdkörpergefühl erhöht.

Um diesen Zusammenhang zu klären müssten Patienten in einer klinischen Studie rekrutiert und randomisiert werden, für die prinzipiell beide Plombengrößen in Frage kommen. Eine Auswertung würde nach dem Intention-to-treat-Prinzip („as randomized“) und zusätzlich - sofern die Operateure vom Ergebnis der Randomisierung abgewichen sind - in einer weiteren Analyse nach dem As-treated-Prinzip erfolgen.

Gewisse präoperative Netzhautbefunde stellen eine Indikation für eine Cerclage dar. Dazu zählen Netzhautlöcher und Degenerationen in verschiedenen Quadranten oder nicht auffindbare Netzhautdefekte. Mit einer Cerclage werden Traktionen der Retina über 360° entlastet. Die Einschnürung des Bulbus mit dem Gürtelfaden führt allerdings zu einer Myopisierung durch eine Verlängerung der Achslänge. Schwerwiegende Komplikationen wie Aderhautabhebungen, Ischämie der vorderen Augenabschnitte und Motilitätsstörungen sind nach Langmann (Langmann 2004) bei adäquater Durchführung aber weitestgehend vermeidbar.

Die hier errechnete primäre Anlagerate von 65,5% nach Cerclagen kann nicht überzeugen, zu bedenken ist jedoch, dass beide Operateure nur bei wenigen (5,7%) komplizierten

Netzhautbefunden auf die Cerclage zurückgriffen. Schwartz et al. (Schwartz, Kuhl et al. 2002) erreichten mit Cerclagen zwar eine Anlagerate von 83%, sie verwendeten aber auch bei 93% aller Ablationes einen Gürtelfaden.

Obwohl es gute Argumente für die Verwendung von radiären Plomben gibt - zu nennen ist hier die geringere Fischmaulbildung und die Entlastung der Lochenden (Lincoff und Kreissig 1975) - wurden bei dieser Studie vor allem limbusparallele Plomben eingesetzt. Der Grund hierfür liegt in der oftmals komplizierten Lochsituation. Ablationes mit multiplen Netzhautlöchern sowie Löcher, die in Höhe eines Augenmuskelansatzes liegen, eignen sich nicht für radiäre Plomben. Die wenigen Fälle, die mit einer radiären Plombe behandelt wurden, wiesen typischerweise ein großes Foramen in günstiger Position auf und wurden zu 85,7% erfolgreich therapiert.

Auch wenn das Hauptziel der Plombenaufnäherung in der Tamponade des Netzhautlochs liegt, entsprach die Plombenlänge größtenteils der Ablatioausdehnung. Die Analyse der Plombenlänge hat bestätigt, dass damit gute Operationsergebnisse erzielt wurden. Mit vergleichsweise kurzen oder langen Plomben fielen die Anlageraten dagegen schlechter aus. Vor allem bei im Verhältnis zur Ablatioausdehnung kleineren Plomben besteht ein erhöhtes Risiko übersehene Defekte nicht zu tamponieren.

5.3.11. Intraokuläre Injektionen

Das von Rosengren (Rosengren 1938) entwickelte Prinzip der intraokulären Gaseingabe zeigte sich auch in dieser Studie als günstige Maßnahme zur Stabilisierung der Netzhaut ($p=0,021$ bzw. $p=0,017$). Die Gasblase drückt bis zur Verfestigung der Kryopexienarbe die Retina mitsamt Foramen von intraokulär an das Pigmentepithel und verhindert somit das weitere Austreten von subretinaler Flüssigkeit (Lincoff und Kreissig 2000). Die Nachteile der Gaseingabe, wie zum Beispiel die Induktion von Glaskörpertraktion, scheinen angesichts der besseren Anlageraten zurückzustehen. Eine erhöhte Reablatioquote nach Gasinjektion wurde nicht beobachtet.

Dennoch bleibt die Frage, ob zusätzlich zur Plombe eine Gaseingabe durchgeführt werden sollte, umstritten. Beispielsweise erzielte Salicone et al. (Salicone, Smiddy et al. 2006) schlechtere Ergebnisse bei Operationen mit Gaseingaben. Als Grund hierfür werden Traktionen des verdrängten Glaskörpers an anderer Stelle genannt, die neue Netzhautlöcher bedingen können.

5.3.12. Intra- und postoperative Komplikationen

Die Rate der intraoperativen Komplikationen wie subretinale Blutungen oder Netzhauttraumen bei der Plombenaufnahme fiel gering aus und verglichen mit anderen Veröffentlichungen traten sie seltener (Framme, Roider et al. 2000) oder ähnlich oft (Framme, Roider et al. 2000; Salicone, Smiddy et al. 2006) auf. Auch bei Fällen mit einer subretinalen Blutung konnten keine Hinweise für schlechtere Operationsergebnisse gefunden werden. Blutungen sind vor allem dann problematisch, wenn sie die Makula einbeziehen und damit der Visus postoperativ reduziert wird.

5.4. Operationsergebnisse nach dem Schweregrad der Netzhautablösung

Die Schwere der präoperativen Ausgangssituation wurde anhand der Kriterien PVR-Grad, Netzhautdefekt und Myopie in drei Gruppen eingeteilt. In Abhängigkeit vom Schweregrad fiel die primäre Anlagerate mäßig von 87,6% auf 80,6% ab.

Ein auffälliger prognostischer Faktor für den Operationserfolg scheint der Linsenstatus des Patienten zu sein. Während gute primäre Anlageraten von ungefähr 90% bei phaken Augen ungeachtet des Schweregrades erzielt werden konnten, wurden weniger günstige Ergebnisse bei pseudophaken / aphaken Patienten beobachtet. Hier sanken die Erfolgsraten in Abhängigkeit vom Schweregrad von 82,5% in der Gruppe der einfachen Fälle auf 36,4% in der Gruppe mit komplizierten Ausgangsbedingungen deutlich ab ($p=0,002$). Zusätzlich lagen die Reablatioquoten bei pseudophaken / aphaken Patienten vergleichsweise höher als bei phaken Patienten.

Die Plombenoperation bietet also besonders für phake Patienten eine sehr gute Möglichkeit der anatomischen und visuellen Rehabilitation. Andererseits zeigt das schlechte Ergebnis der pseudophaken / aphaken Patienten mit komplizierter Ausgangslage, dass mit einer Plombenoperation nicht alle Pathologien zufriedenstellend therapiert werden können.

Als Ausgangspunkt weiterer Forschungen stellt der Linsenstatus neben vielen Einflussfaktoren gewiss eine sehr gravierende Rolle bei der Evaluierung der Operationsergebnisse dar. Um den genauen Stellenwert verschiedener Faktoren und deren gegenseitigen Einfluss zu bewerten sind aber noch weitere Studien notwendig.

Um die zu erwartenden, relativ geringen Unterschiede mit einer hinreichenden statistischen Power sichern zu können, dürften Fallzahlen erforderlich werden, die einen multizentrischen Ansatz notwendig erscheinen lassen. Selbst große Einzelzentren wie die Augenklinik der

LMU München dürften nicht in der Lage sein, ausreichende Patientenzahlen in einem überschaubaren Studienzeitraum einzuschließen. Ferner könnte versucht werden, Abhängigkeitsstrukturen zwischen den einzelnen Variablen mit multivariaten Verfahren aufzudecken. Auf diesem Weg sollte längerfristig eine genauere Einteilung von rissbedingten Netzhautablösungen in Schweregrade und eine besserer Vorhersagbarkeit des zu erwartenden Operationserfolgs in Abhängigkeit vom Operationsverfahren gelingen.

5.5. Operationsergebnisse nach Operateur und Lernkurve

Die primäre Anlagerate lag bei den gemeinsam operierten Patienten bei 87,7%. Dieser Wert liegt über dem Durchschnitt von 84,7% und ist auch deshalb bemerkenswert, standen doch beide Ärzte am Beginn ihrer operativen Tätigkeit auf dem Gebiet der Plombenchirurgie. Bei Operateur A lag die primäre Anlagerate klinisch relevant höher als bei Operateur B (92,8% versus 76,3%). Die Klärung der Frage, in welchem Ausmaß und ob überhaupt dieser Unterschied auf die Operateure zurückzuführen ist, hätte eine multivariate Analyse erfordert. Aufgrund eines kleinen p-Wertes für den Unterschied ($p \leq 0,05$) ist es wenig glaubwürdig, den beobachteten Unterschied allein durch den Zufall zu erklären. Im Einklang mit dem Unterschied in der primären Anlagerate war der Unterschied der sekundären Anlagerate zwischen den Operateuren relevant (97,8% bzw. 94,5%), bedenkt man, dass die Zahlen bedeuten, dass das Risiko des sekundären Misserfolgs bei Operateur A nur 40% des Risikos von Operateur B (2,2% bzw. 5,5%) betrug. Aufgrund der zu niedrigen Fallzahl der Studie bestand für den adäquaten statistischen Test selbst bei einem so großen Unterschied eine zu geringe Chance auf einen p-Wert $p \leq 0,05$. So verwundert der berechnete p-Wert ($p > 0,05$) nicht. Dieser Unterschied ließe sich also durch drei Komponenten unbekannter Größe erklären, durch den Operateur bedingt, durch die Methodik bedingt und/oder durch den Zufall bedingt.

Vergleicht man die Dauer der Operationen beider Operateure, zeigt sich, dass Operateur B weniger Zeit für eine Operation benötigte als Operateur A ($p < 0,001$). Dies könnte möglicherweise Ungenauigkeiten bei der Lochsuche zur Folge haben und die niedrigere primäre Anlagerate von Operateur B erklären. Gegen diese Theorie spricht allerdings die Tatsache, dass auch Operateur B im Durchschnitt 9,1 Minuten länger bei Nichtauffinden eines Loches operiert hat.

Die Verteilung einiger präoperativer Faktoren auf die beiden Operateure wurde analysiert, um die Unterschiede bei den Operationsergebnissen - insbesondere bei der primären Anlagerate -

zu klären. Operateur B wies oftmals einen höheren Anteil an Fällen mit prognostisch ungünstigen Ausgangsbedingungen auf (siehe Tabelle 4.21.), was trotz des univariaten Charakters der Auswertung die unterschiedlichen Erfolgsraten erklärt.

Der Anteil der Reablationes nach primär erfolgreicher Plombenoperation (19,3%, 16,3% und 18,5%) wies auf dem Signifikanzniveau $p \leq 0,05$ keine Unterschiede zwischen den Operateuren auf. Ein Grund hierfür könnte in der geringen Fallzahl ($n=11$, $n=32$, $n=34$) dieser Subgruppierung liegen. Der Zeitraum bis zum Eintreten der neuerlichen Ablösung war im Schnitt bei Operateur B länger als bei Operateur A. Als weiteren - wenn auch nicht signifikanten - Unterschied zeigte sich eine geringere Rate an Proliferativer Vitreoretinopathie (PVR)-bedingten Reablationes bei Operateur B mit 45,5% im Vergleich zu Operateur A mit 58,6%. Eine Erklärung dafür könnte wiederum die kürzere OP-Dauer und das damit reduzierte iatrogene Trauma von Operateur B sein. Bei der Entstehung der Proliferativen Vitreoretinopathie wichtige Faktoren wie das Ausschwemmen von Zellen in den Glaskörperraum und die Ausbildung traktiver Membranen (Spencer 1996) können bei kurzer und damit eventuell atraumatischer Operationstechnik reduziert werden.

In Bezug auf die primäre Anlagerate scheint es sich allerdings umgekehrt zu verhalten. So deuten die Ergebnisse darauf hin, dass man trotz vermeintlich höherem PVR-Risiko eine länger andauernde Manipulation am Auge zur Lochlokalisierung in Kauf nehmen sollte, um alle Netzhautforamina erfolgreich zu tamponieren und damit die Netzhaut primär erfolgreich anzulegen.

Im Verlauf sank bei beiden Operateuren die Zeit ab, die für eine Operation im Durchschnitt benötigt wurde. Bei den gemeinsam operierten Fällen konnte dies ebenfalls beobachtet werden. Es zeigte sich also, dass durch die größere Erfahrung und Routine ein versiertes Vorgehen etabliert werden konnte. Diese Erfahrung wirkte sich aber nicht unmittelbar positiv auf das Operationsergebnis aus. Tendenziell verschlechterte sich die primäre Anlagerate in allen drei Operateurgruppen im Zeitverlauf leicht. Eine eindeutige Ursache sowie eine schlüssige Erklärung hierfür konnte nicht ermittelt werden. Als ein prognostisch auffälliger Faktor konnte der Zusammenhang zwischen der zeitlichen Entwicklung von Operationsdauer und primärer Anlagerate gefunden werden.

Ein schnelleres Vorgehen bei der Operation allein kann die Entwicklung der Operationsergebnisse aber nicht erklären. Ein weiterer Erklärungsansatz könnte die zunehmend seltenere Verwendung der 2,5mm Plombe sein, mit der im Vergleich zur 2,0mm Plombe signifikant bessere Operationsergebnisse erzielt wurden.

Die deutlichen Schwankungen bei den Mittelwerten der primären Anlagerate deuten auch auf eine zufallsbedingte Entwicklung der Operationsergebnisse, der Unterschied zwischen den Lernkurven könnte also auch auf eine Fehler 1. Art zurückzuführen sein.

Dass auch mit vergleichsweise geringer Übung und Erfahrung gute Operationsergebnisse in der Plombenchirurgie erzielt werden können, zeigen die guten primären Anlageraten, die beide Ärzte mit ihren ersten Operationen erzielen konnten. Grundvoraussetzung dafür ist jedoch mit Sicherheit eine professionelle Anleitung zur Plombenchirurgie. So hatten beide Operateure vor Ihren ersten gemeinsamen Plombenoperationen ein ausführliches Teaching mit angeleiteten Operationen an bis zu 100 Patienten.

Zu einer vergleichbaren Aussage gelangte eine Studie von Sagong und Chang (Sagong und Chang 2010). In einer Untersuchung zur Lernkurve bei Plombenoperationen wurde nach den ersten 32 Operationen eine Anlagerate von 71,9% erzielt, bei weiteren Operationen mit mehr Erfahrung lagen die Werte bei 87,5% und 84,8%.

5.6. Plombenoperationen im Vergleich zur pars plana Vitrektomie

Generell sind die anatomischen und auch funktionellen Erfolgsraten des chirurgischen Vorgehens bei der Behandlung der rhegmatogenen Netzhautablösung schwierig zu analysieren, da zahlreiche Faktoren einen Einfluss auf die erzielten Ergebnisse haben. Zu nennen sind unter anderem die Anzahl der Netzhautlöcher, die Ausdehnung der Netzhautablösung, der Grad der Proliferativen Vitreoretinopathie, die Beteiligung der Makula, die Art der Netzhautablösung, refraktiver Fehler und Linsenstatus. Ein wichtiger Schritt hin zu einem besseren Verständnis der Rolle dieser Faktoren sind die Untersuchungen der SPR-Studie (scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment) (Heimann, Hellmich et al. 2001; Heimann 2005; Heimann, Bartz-Schmidt et al. 2007; Feltgen, Weiss et al. 2007). Diese prospektive, randomisierte, multizentrische, klinische Studie wurde konzipiert um die Plombenchirurgie mit der primären Vitrektomie bei Netzhautablösungen von mittlerer Komplexität zu vergleichen. Die in der vorliegenden Studie beschriebenen Schweregrade basieren auf den Ein- und Ausschlusskriterien der SPR-Studie (Heimann, Bartz-Schmidt et al. 2007). Im Gegensatz zur SPR-Studie, die nur mittelschwere Fälle einschloss, wurden in der vorliegenden Studie einfache, mittelschwere und komplizierte Fälle miteinbezogen. Deshalb können nur die anatomischen Ergebnisse, die bei mittelschweren Fällen ermittelt wurden, mit den Resultaten der SPR-Studie verglichen werden. In der SPR-Studie wird eine primäre Anlagerate von 63,6% bei phaken und 53,4%

bei pseudophaken Patienten berichtet; verglichen mit 89,1% und 70,3% in dieser Untersuchung. Die Reablatioquoten unterschieden sich ebenfalls mit 26,3% bei phaken Augen versus 39,9% bei pseudophaken Augen in der SPR-Studie und 13% versus 19,2% in der vorliegenden Arbeit. Auch wenn die SPR-Studie mit dieser Untersuchung auf Grund des unterschiedlichen Studiendesigns nur mit Vorsicht verglichen werden sollte könnten die unterschiedlichen Ergebnisse durch die große Anzahl der an der SPR-Studie teilnehmenden Operateure und den daraus resultierenden heterogenen Operationstechniken erklärt werden. Jedenfalls konnte - wie auch in der SPR-Studie - aufgezeigt werden, dass die Plombenchirurgie in Bezug auf die primäre Anlagerate und die Reablatioquote bei phaken Augen erfolversprechender ist als bei pseudophaken Augen.

Unsere Studie weist notgedrungen einige Limitationen auf. Designbedingt können wir keine Aussagen zu Kausalbeziehungen machen, die eine randomisierte kontrollierte Studie erfordert hätten. Zwar handelt es sich um eine sehr große Studie dieser Art, dennoch mag die hohe Gesamtfallzahl nicht ausgereicht haben um feine Unterschiede, insbesondere bei Subgruppierungen, mit p-Werten $p \leq 0,05$ zeigen zu können.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich dennoch um eine der größten unizentrischen Studien zu dieser Thematik. Die hohen Anlagerate weisen darauf hin, dass es sich um zwei hervorragend geschulte Operateure in einem führenden Versorgungszentrum handelt. Die Plombenchirurgie kann somit immer noch als Goldstandard für einfache und mittelschwere Fälle bei phaken Augen und für einfache Fälle bei pseudophaken Augen betrachtet werden solange nicht eine mögliche Überlegenheit der primären Vitrektomie für diese Fälle bewiesen ist. Zudem erscheint es lohnenswert eine klare Linse und damit die Akkomodation bei jungen Patienten durch die Vermeidung einer Vitrektomie bei Fällen ohne Proliferative Vitreoretinopathie oder ohne komplizierte Ausgangsbedingungen zu erhalten. Durch die pars plana Vitrektomie kommt es bis zu siebenmal schneller zur Ausbildung einer Linsentrübung (Stefansson 2009; Holecamp, Shui et al. 2005; Thompsen 2004; Cheng, Azen et al. 2001), sodass eine Kataraktoperation entweder kombiniert mit der Vitrektomie durchgeführt wird oder im zeitlichen Verlauf notwendig erscheint. Dies führt insbesondere bei jüngeren Patienten zu einem Verlust der Akkomodationsfähigkeit und bei höherer Fehlsichtigkeit eventuell zu Schwierigkeiten bei postoperativ auftretenden Refraktionsunterschieden. Darüber hinaus besteht bei der Plombenchirurgie - in Gegensatz zur Vitrektomie - kaum ein Risiko für eine intraokuläre Infektion (Endophthalmitis). Deshalb ist ein angemessenes Training in der Plombenchirurgie nach wie vor notwendig und gerechtfertigt, wenn man die guten Operationsergebnisse insbesondere bei phaken Augen betrachtet.

6. Zusammenfassung

Die rissbedingte Netzhautablösung ist eine anspruchsvoll zu therapierende Augenerkrankung, die unbehandelt zum Verlust des Augenlichts führt. In der Augenheilkunde gilt dabei die skleraeindellende Plombenchirurgie seit langem als bewährtes Verfahren, sie steht jedoch zunehmend in Konkurrenz zur primären pars plana Vitrektomie.

Ziel dieser Studie war es, die Operationsergebnisse nach episkleraler Plombenaufnäherung an der Augenklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München zu analysieren und Hypothese zu entwickeln, die den Einfluss prognostischer Faktoren in Hinblick auf eine Verbesserung der Operationsindikation und des Operationsverfahrens ermitteln.

Insgesamt wurden 524 Operationen von zwei Operateuren ausgewertet. Nach Erfassung der prä-, intra- und postoperativen Daten eines jeden einzelnen Patienten wurden Analysen über die allgemeinen Operationsergebnisse, über den Einfluss diverser prognostischer Faktoren, über die Unterschiede zwischen beiden Operateuren sowie über die Lernkurve durchgeführt. Zudem erfolgte eine Unterteilung in drei Gruppen nach dem Schweregrad der präoperativen Ausgangssituation.

Die in dieser Arbeit ermittelte primäre Anlagerate (84,7%), die sekundäre Anlagerate (96,4%) und die Reablatioquote (17,6%) stellen, im Vergleich mit anderen Studien, gute Operationsergebnisse dar.

Interessante Befunde der explorativen Analyse zu potenziellen Einflussfaktoren waren:

- Die Ablatioausdehnung beeinflusst die primäre Anlagerate.
- Die präoperative Lochlokalisierung ist essentiell.
- Pseudophakie verschlechtert die primäre Anlagerate.
- Eine breitere Plombe sowie eine Gaseingabe verbessern die primäre Anlagerate.

Auf Grund der guten Ergebnissen erscheint die Plombenchirurgie als Verfahren der Wahl für einfache und mittelschwere Fälle bei phaken Augen und für einfache Fälle bei pseudophaken Augen, zumal eine klare Überlegenheit der primären Vitrektomie nicht nachgewiesen ist und Komplikationen wie Kataraktbildung oder Endophthalmitis minimiert werden können. Die Ausbildung in der Plombenchirurgie ist deshalb auch weiterhin notwendig und gerechtfertigt.

7. Literaturverzeichnis

- Afrashi, F., C. Akkin, et al. (2005). "Anatomic outcome of scleral buckling surgery in primary rhegmatogenous retinal detachment." *Int Ophthalmol* 26(3): 77-81.
- Afrashi, F., T. Erakgun, et al. (2004). "Conventional buckling surgery or primary vitrectomy with silicone oil tamponade in rhegmatogenous retinal detachment with multiple breaks." *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 242(4): 295-300.
- Ahmadih, H., S. Moradian, et al. (2005). "Anatomic and visual outcomes of scleral buckling versus primary vitrectomy in pseudophakic and aphakic retinal detachment: six-month follow-up results of a single operation - report no. 1." *Ophthalmology* 112(8): 1421-9.
- Algvere, P. V., P. Jahnberg, et al. (1999). "The Swedish Retinal Detachment Register. I. A database for epidemiological and clinical studies." *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 237(2): 137-44.
- Bartz-Schmidt U., P. Szurman, et al. "New developments in retinal detachment surgery." *Ophthalmologie* 2008; 105(1): 27-36.
- Bierkämpfer, H. (1994). "Retrospektive Analyse von 233 Operationen einer Ablatio retinae unter Berücksichtigung der präoperativen Einflussfaktoren und der Operationsvariante." Medizinische Dissertation. Universität Leipzig.
- Bietti, G. (1933). "Corioretiniti adhesive da crioadapplicazioni episcleral." *Acta XIV Conc Ophthalmol Madrid* 2: 12.
- Blaskovics, L. v. (1912). "Erfahrungen über die Müllersche Lederhautresektion gegen Netzhautablösung." *Z Augenheilkunde* 27: 88-9.
- Bohringer, H. R. (1956). "[Statistics on the frequency and risks on retinal detachment]." *Ophthalmologica* 131(4-5): 331-4.
- Bonnet, M. und S. Guenoun (1994). "Surgical risk factor for severe postoperative PVR in Grade B PVR." Abstract. XIX. Meeting of the Club Jules Gonin.
- Byer, N. E. (1974). "Changes in and prognosis of lattice degeneration of the retina." *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 78(2): OP114-25.
- Byer, N. E. (1979). "Lattice degeneration of the retina." *Surv Ophthalmol* 23(4): 213-48.
- Byer, N. E. (1982). "The natural history of asymptomatic retinal breaks." *Ophthalmology* 89(9): 1033-9.
- Byer, N. E. (1994). "Natural history of posterior vitreous detachment with early management as the premier line of defense against retinal detachment." *Ophthalmology* 101(9): 1503-13; discussion 1513-4.
- Cheng, L., S. P. Azen, et al. (2001). "Duration of vitrectomy and postoperative cataract in the Vitrectomy for Macular Hole Study." *Am J Ophthalmol* 132(6): 881-87.
- Christensen, U. und J. Villumsen (2005). "Prognosis of pseudophakic retinal detachment." *J Cataract Refract Surg* 31(2): 354-8.
- Curtin, B. (1985). *The myopias: Basic science and clinical management*. New York, Harper & Row.
- Custodis, E. (1953). "Bedeutet die Plombenaufnäherung auf die Sklera einen Fortschritt in der operativen Behandlung der Netzhautablösung?" *Ber Deutsch Ophthalmol Ges* 58: 102-5.
- Davis, M. D. (1973). "The natural history of retinal breaks without detachment." *Trans Am Ophthalmol Soc* 71: 343-72.
- Dellaporta, A. (1951). "Die Verkürzung des Bulbus mittels Sklerafaltung." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 119: 135.

- Deutschmann, R. (1899). "Weitere Mitteilungen über mein Heilverfahren bei Netzhautablösung, gleichzeitig ein Bericht über 101 nach dieser Methode von mir operierte an Netzhautablösung erkrankte Augen." *Beitr Augenheilkd* 40: 1.
- Diederer, R. M., E. C. La Heij, et al. (2007). "Scleral buckling surgery after macula-off retinal detachment: worse visual outcome after more than 6 days." *Ophthalmology* 114(4): 705-9.
- Eschnig, A. (1914). "Über die operative Behandlung der Netzhautablösung." *Arch Augenheilkd* 77: 6-42.
- Falkner-Radler C.I., S. Binder et al. (2008). "Long-term results of scleral buckling using a microsurgical approach." *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2008; 225(12): 1055-61.
- Fatt, I. und K. Shantinath (1971) "Flow conductivity of the retina and its role in retinal adhesion." *Exp Eye Res* 12: 218-22.
- Feltgen N., C. Weiss (2007). SPR Study Group. "Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment study (SPR Study): recruitment list evaluation." Study report no. 2. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007; 245(6): 803-9.
- Fine, B. S. und A. J. Tousimis (1961). "The structure of the vitreous body and the suspensory ligaments of the lens." *Arch Ophthalmol* 65: 95-110.
- Foos, R. Y. (1972). "Posterior vitreous detachment." *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 76(2): 480-97.
- Foos, R. Y. und N. C. Wheeler (1982). "Vitreoretinal juncture. Synchrony senilis and posterior vitreous detachment." *Ophthalmology* 89(12): 1502-12.
- Förster, M. (2005). "Primäre Vitrektomie und skleraeindellende Chirurgie bei Ablatio retinae - Ergebnisse der SPR-Studie bei Pseudophakie-Ablatio." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 222.
- Foulds, W. S. (1975). "The vitreous in retinal detachment." *Trans Ophthalmol Soc U K* 95(3): 412-6.
- Framme, C., J. Roider, et al. (2000). "Complications after external retinal surgery in pseudophakic retinal detachment-are scleral buckling operations still current?." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 216(1): 25-32.
- Freyler, H. (1982). *Netzhautablösung, Ein Leitfaden zur Prophylaxe und Chirurgie*. Wien, NewYork, Springer.
- Friemann, W. (1951). "Erfahrungen in der Behandlung der Amotio retinae durch Bulbusverkürzung." *Ber Dtsch Ophthalmol Ges* 56: 204.
- Glaser, B. M., J. Vidaurri-Leal, et al. (1993). "Cryotherapy during surgery for giant retinal tears and intravitreal dispersion of viable retinal pigment epithelial cells." *Ophthalmology* 100(4): 466-70.
- Goldmann, H. (1954). *Zweite Vorlesung über Biomikroskopie*, Haag-Streit AG, S. 1-115.
- Gonin, J. (1920). "Pathogenie et anatomie pathologique des décollements rétiniens." *Bull Mem Soc d'Ophthalmol* 33: 1.
- Gonin, J. (1930). "Le traitement opératoire du décollement rétiniens. Conference aux journées médicales de Bruxelles", Bruxelles, *Bruxelles-Medical* 23:17.
- Gonin, J. (1930). "The treatment of detached retina by searing the retinal tears." *Arch Ophthalmol* 4: 621-5.
- Gonin, J. (1934). *Le décollement de la rétine*. Paris, Payot et Cie.
- Graefe, A. v. (1863). "Perforation von abgelösten Netzhäuten und Glaskörpermembranen." *Arch Ophthalmol* 9: 85-110.
- Greven, C. M., A. B. Wall, et al. (1999). "Anatomic and visual results in asymptomatic clinical rhegmatogenous retinal detachment repaired by scleral buckling." *Am J Ophthalmol* 128(5): 618-20.
- Grignolo, A. (1956). "Contributa alla tecnica della introflesione sclero-coroideale nell'intervento per distacco retinico." *Boll Oculista* 35: 1057-66.

- Grisanti, S., P. Wiedemann, et al. (1993). "Proliferative vitreoretinopathy. On the significance of protein transfer through the blood-retina barrier." *Ophthalmologie* 90(5): 468-71.
- Grizzard, W. S., G. F. Hilton, et al. (1994). "A multivariate analysis of anatomic success of retinal detachments treated with scleral buckling." *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 232(1): 1-7.
- Hagemann, G. S. und L. V. Johnson. (1998). Structure, composition and function of the retinal interphotoreceptor matrix. In: Osborne N., Chader J., Progress in retinal research Oxford, New York, Pergamon Press.
- Haimann, M. H., T. C. Burton, et al. (1982). "Epidemiology of retinal detachment." *Arch Ophthalmol* 100(2): 289-92.
- Halberstadt, M., L. Brandenburg, et al. (2003). "Analysis of risk factors for the outcome of primary retinal reattachment surgery in phakic and pseudophakic eyes." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 220(3): 116-21.
- Han, D. P., N. C. Mohsin, et al. (1998). "Comparison of pneumatic retinopexy and scleral buckling in the management of primary rhegmatogenous retinal detachment. Southern Wisconsin Pneumatic Retinopexy Study Group." *Am J Ophthalmol* 126(5): 658-68.
- Hassan, T. S., R. Sarrafizadeh, et al. (2002). "The effect of duration of macular detachment on results after the scleral buckle repair of primary, macula-off retinal detachments." *Ophthalmology* 109(1): 146-52.
- Hay, A. und M. B. Landers (1994). Types of pathogenetic mechanisms of retinal detachment. In: Ryan S.J., Retina III. St. Louis, Mosby.
- Hoerauf H., H. Heimann, et al. (2008). "Scleral buckling surgery and pneumatic retinopexy. Techniques, indications and results." *Ophthalmologie* 2008; 105: 7-18.
- Heimann, H. (2005). "Primäre Vitrektomie und skleraeindellende Chirurgie bei Ablatio retinae - Ergebnisse der SPR-Studie bei Phakie-Ablatio." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 222.
- Heimann, H., K. U. Bartz-Schmidt, et al. (2007). "Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment: a prospective randomized multicenter clinical study." *Ophthalmology* 114(12): 2142-54.
- Heimann H., M. Hellmich, et al. (2001). "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.
- Helmholtz, H. (1851). Beschreibung eines Augenspiegels zur Untersuchung der Netzhaut im lebenden Auge. Berlin, A. Foerster'sche Verlagsbuchhandlung.
- Heuven W. A. J. van und J. T. Zwaan (1992). Decision making in ophthalmology. St. Louis, Mosby.
- Hilton, G. F. und W. S. Grizzard (1986). "Pneumatic retinopexy. A two-step outpatient operation without conjunctival incision." *Ophthalmology* 93(5): 626-41.
- Ho, C. L., K. J. Chen, et al. (2002). "Selection of scleral buckling for primary retinal detachment." *Ophthalmologica* 216(1): 33-9.
- Ho, P. C. und J. W. McMeel (1985). "Retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy: surgical results with scleral buckling, closed vitrectomy, and intravitreal air injection." *Br J Ophthalmol* 69(8): 584-7.
- Holekamp, N. M., Y.-B. Shui, et al. (2005). "Vitrectomy surgery increases oxygen exposure to the lens: A possible mechanism for nuclear cataract formation." *Am J Ophthalmol* 139(2): 302-10.
- Javitt, J. C., J. M. Tielsch, et al. (1992). "National outcomes of cataract extraction. Increased risk of retinal complications associated with Nd:YAG laser capsulotomy. The Cataract Patient Outcomes Research Team." *Ophthalmology* 99(10): 1487-97; discussion 1497-8.

- Javitt, J. C., S. Vitale, et al. (1991). "National outcomes of cataract extraction. I. Retinal detachment after inpatient surgery." *Ophthalmology* 98(6): 895-902.
- Kanski, J. (1989). *Netzhautablösung, Diagnose und Therapie*. Stuttgart, New York, Thieme.
- Kocaoglan, H., N. Unlu, et al. (2002). "Management of rhegmatogenous retinal detachment without detectable breaks." *Clin Experiment Ophthalmol* 30(6): 415-8.
- Kraff, M. C. und D. R. Sanders (1990). "Incidence of retinal detachment following posterior chamber intraocular lens surgery." *J Cataract Refract Surg* 16(4): 477-80.
- Kramer, S. G. und W. E. Benson (1977). "Prophylactic therapy of retinal breaks." *Surv Ophthalmol* 22(1): 41-7.
- Kreissig, I. (1977). "[Factors influencing the urgency of repair of retinal detachment (author's transl)]." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 171(4): 530-8.
- Kreissig, I. (2002). "[Treatment of primary retinal detachment. Minimal extraocular or intraocular?]." *Ophthalmologie* 99(6): 474-84.
- Kreissig, I. und H. Lincoff (1971). Ultrastruktur der Krypexieadhäsion. In: DOG Symp. "Die Prophylaxe der idiopathischen Netzhautabhebung". München, Bergmann.
- Langmann, G. (2004). "[Guidelines for surgery in the treatment of rhegmatogenous detachments (buckle, pneumatic retinopexy, endosurgery)]." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 221(3): 160-74.
- Laqua, H. und K. Honnicke (2001). "[Is scleral buckling still current?]." *Ophthalmologie* 98(9): 881-5.
- Larson, S. (1932). "Electro-diathermy in detachment of the retina." *Arch Ophthalmol* 7: 661-80.
- Lean, J. (1993). Diagnosis and treatment of peripheral retinal lesions. In: Freeman WR., *Practical atlas of retinal disease and therapy*. New York, Raven Press.
- Lincoff, H., I. Baras, et al. (1965). "Modifications to the Custodis procedure for retinal detachment." *Arch Ophthalmol* 173: 160-3.
- Lincoff, H. und R. Gieser (1971). "Finding the retinal hole." *Arch Ophthalmol* 85: 565-70.
- Lincoff, H. und I. Kreissig (1975). "Advantages of radial buckling." *Am J Ophthalmol* 79(6): 955-7.
- Lincoff, H. und I. Kreissig (2000). "Changing patterns in the surgery for retinal detachment: 1929 to 2000." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 216(6): 352-9.
- Lincoff, H., P. O'Connor, et al. (1970). "Die Retina-Adhäsion nach Krypexie." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 156: 771-83.
- Lindner, K. (1933). "Heilungsversuche bei prognostisch ungünstigen Fällen von Netzhautablösungen." *Z Augenheilkd* 81: 227-99.
- Machemer, R., T. M. Aaberg, et al. (1991). "An updated classification of retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy." *Am J Ophthalmol* 112(2): 159-65.
- Machemer, R., H. Buettner, et al. (1971). "Vitreotomy: a pars plana approach." *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 75(4): 813-20.
- Marmor, M. (1994). Mechanism of normal retinal adhesion. In: Ryan S.J., *Retina III*. St. Louis, Mosby.
- Messmer, E. (1990). "Prophylaxe der Netzhautablösung und Behandlung der Retinoschisis." *Fortschr Ophthalmol* 87: 62-9.
- Meyer-Schwickerath, G. (1949). "Koagulation der Netzhaut mit Sonnenlicht." *Ber Dtsch Ophthalmol Ges* 55: 256-59.
- Meyer-Schwickerath, G. (1960). *Light coagulation*. St. Louis, Mosby.
- Meyer-Schwickerath, G. und E. Gerke (1989). *Chirurgie und Prophylaxe der Netzhautablösung. Moderne Probleme der Ophthalmologie*. Basel, Karger.
- Michaelson, I. C. und R. Stein (1972). "A national study on the prevention of retinal detachment." *Isr J Med Sci* 8(8): 1421-3.

- Müller, J. (1903). "Eine neue operative Behandlung der Netzhautabhebung." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 41: 459.
- Ohm, J. (1911). "Über die Behandlung der Netzhautablösung durch operative Entleerung der subretinalen Flüssigkeit und Einspritzung von Luft in den Glaskörper." *Arch Ophthalmol* 79: 442-50.
- Okun, E. (1961). "Gross and microscopic pathology in autopsy eyes. III. Retinal breaks without detachment." *Am J Ophthalmol* 51: 369-91.
- Paufique, L. und R. Hugonnier (1951). "Traitement du décollement de la rétine par la résection sclérale." *Bul Mem Soc Franc Opht* 64: 435.
- Pischell, D. (1944). "Diathermy operation for retinal detachment; comparative results of different types of electrodes." *Trans Am Ophthalmol Soc* 42: 543.
- Poliner, L., M. Grand, et al. (1987). "New retinal detachment after pneumatic retinopexy." *Ophthalmology* 94: 315-18.
- Rachal, W. F. und T. C. Burton (1979). "Changing concepts of failures after retinal detachment surgery." *Arch Ophthalmol* 97(3): 480-3.
- Roider, J., H. Hoerauf, et al. (2001). "[Conventional ablation surgery or primary vitrectomy in complicated retinal holes]." *Ophthalmologie* 98(9): 887-91.
- Rosengren, B. und S. Osterlin (1976). "Hydrodynamic events in the vitreous space accompanying eye movements. Significance for the pathogenesis of retinal detachment." *Ophthalmologica* 173(6): 513-24.
- Rosengren, S. (1938). "Über die Behandlung der Netzhautablösung mittels Diathermie und Luftinjektion in den Glaskörper." *Acta Ophthalmol* 16: 3-42.
- Ross, W. H. und D. W. Kozy (1998). "Visual recovery in macula-off rhegmatogenous retinal detachments." *Ophthalmology* 105(11): 2149-53.
- Rumpf, J. (1976). "Jules Gonin. Inventor of the surgical treatment for retinal detachment." *Surv Ophthalmol* 21(3): 276-84.
- Russel, M., B. Gaskin, et al. (2006). "Pseudophakic retinal detachment after phacoemulsification cataract surgery: Ten-year retrospective review." *J Cataract Refract Surg* 32(3): 442-5.
- Rutnin, U. und C. L. Schepens (1967). "Fundus appearance in normal eyes. IV. Retinal breaks and other findings." *Am J Ophthalmol* 64(6): 1063-78.
- Safar, K. (1933). "Behandlung der Netzhautablösung mit multipler diathermischer Stichelung. Abhandlung aus der Augenheilkunde und ihrer Grenzgebiete." Heft 16. Berlin, S. Karger.
- Sagong, M. und W. Chang (2010). „Learning Curve of the Scleral Buckling Operation: Lessons from the First 97 Cases.” *Ophthalmologica* 224(1): 22-29.
- Salicone, A., W. E. Smiddy, et al. (2006). "Management of retinal detachment when no break is found." *Ophthalmology* 113(3): 398-403.
- Salicone, A., W. E. Smiddy, et al. (2006). "Visual recovery after scleral buckling procedure for retinal detachment." *Ophthalmology* 113(10): 1734-42.
- Scheie, H. G., P. H. Morse, et al. (1973). "Incidence of retinal detachment following cataract extraction." *Arch Ophthalmol* 89(4): 293-5.
- Schepens, C. (1947). "A new ophthalmoscope demonstration." *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 51: 298-301.
- Schepens, C., I. Okamura, et al. (1957). "The scleral buckling procedures. I. Surgical techniques and management." *Arch Ophthalmol* 58: 797-811.
- Schwartz, S. G., D. P. Kuhl, et al. (2002). "Twenty-year follow-up for scleral buckling." *Arch Ophthalmol* 120(3): 325-9.
- Sebag, J. (1987). "Age-related changes in human vitreous structure." *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 225(2): 89-93.

- Sebag, J. (1987). Vitreo-retinal interface and the role of vitreous in macular disease. In: Brencato R., Coscas G. et al., Proceedings of the retina workshop. Amsterdam, Kugler & Ghedini.
- Shapland, C. (1951). "A discussion on the modern treatment of detachment of the retina." *Trans Ophthalmol Soc UK* 71: 651-661.
- Sivkova, N. und I. Kreissig (2002). "[Rhegmatogenous PVR detachment: long-term results after extraocular minimal scleral buckling]." *Klin Monatsbl Augenheilkd* 219(7): 519-22.
- Spencer, W. H. (1996). *Ophthalmic Pathology: An Atlas and Textbook*. 4 edition. Volume 2. Philadelphia, Saunders.
- Stefansson, E. (2009). "Physiology of vitreous surgery." *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 247(2): 147-63.
- Straatsma, B. R., P. D. Zeegen, et al. (1974). "Lattice degeneration of the retina. XXX Edward Jackson Memorial Lecture." *Am J Ophthalmol* 77(5): 619-49.
- Sundaram, V., A. Barsam, et al. (2010). "Intravitreal low molecular weight heparin and 5-Fluorouracil for the prevention of proliferative vitreoretinopathy following retinal reattachment surgery." *Cochrane Database Syst Rev*. Jul 7;7:CD006421.
- Terson, Y. (1895). "Quelques considerations sur l'application de l'électrolyse a douze cas de decollement de la retine." *Bull Mem Soc Fr d'Ophthalmol* 13: 151.
- Tewari, H. K., S. Kedar, et al. (2003). "Comparison of scleral buckling with combined scleral buckling and pars plana vitrectomy in the management of rhegmatogenous retinal detachment with unseen retinal breaks." *Clin Experiment Ophthalmol* 31(5): 403-7.
- Tsang, C.W., B.T. Cheung, et al. (2008). "Primary 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment." *Retina* 28(8): 1075-81.
- Tsuboi, S. (1987). "Measurement of the volume flow and hydraulic conductivity across the isolated dog retinal pigment epithelium." *Invest Ophthalmol Vis Sci* 28(11): 1776-82.
- Thompson, J. T. (2004). "The role of patient age and intraocular gas use in cataract progression after vitrectomy for macular holes and epiretinal membranes." *Am J Ophthalmol* 137(2): 250-7.
- Ueno, N., J. Sebag, et al. (1987). "Effects of visible-light irradiation on vitreous structure in the presence of a photosensitizer." *Exp Eye Res* 44(6): 863-70.
- Vail, D. (1912). "An inquiry into results of the established treatment of detachment of the retina and a new theory." *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 17: 29.
- Ware, J. (1805). *Chirurgical observation relative to the eye*. Vol. 2., 2nd edn., London, J. Mawman.
- Wenk, H. (1982). "Langzeitbeobachtungen nach Amotio retinae." *Medizinische Dissertation*. Universität Hamburg.
- Weve, H. (1932). "Zur Behandlung der Netzhautablösung mittels Diathermie. Abhandlung aus der Augenheilkunde und ihrer Grenzgebiete." Heft 14. Berlin, S. Karger.
- Weve, H. (1949). "Bulbusverkürzung durch Reffung der Sklera." *Ophthalmologica* 118: 660.
- Wilkinson, C. und T. Rice (1997). Results of retinal reattachment surgery. In: Wilkinson C., Rice T., Michels Retinal Detachment. St. Louis, Mosby.
- Wood, C. (1911). *A system of ophthalmic operations*. Being a complete treatise on the operative conduct of ocular diseases and some extraocular conditions causing eye symptoms. Vol. 2., Chicago, ClevelandPress.

8. Anhang

8.1. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1.: Lochbildung und Ablösung der Netzhaut

Abbildung 1.2.: Eindellung der Netzhaut auf Höhe des Netzhautlochs durch eine Plombe

Abbildung 3.1.: Skizzen der Netzhaut vor und nach der Operation

Abbildung 4.1.: Alters- und Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs

Abbildung 4.2.: Organigramm der primären und sekundären Anlagerate

Abbildung 4.3.: Primäre Anlagerate

Abbildung 4.4.: Sekundäre Anlagerate

Abbildung 4.5.: Therapie der persistierenden Ablationes

Abbildung 4.6.: Organigramm der Anlageraten und der Reablationes

Abbildung 4.7.: Reablatioquote

Abbildung 4.8.: Intervall bis zur Entwicklung einer Reablatio

Abbildung 4.9.: Therapie der Reablatio

Abbildung 4.10.: Primäre Anlagerate nach Refraktion

Abbildung 4.11.: Primäre Anlagerate nach der Dauer der Symptome

Abbildung 4.12.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus

Abbildung 4.13.: Primäre Anlagerate nach präoperativem Makulastatus

Abbildung 4.14.: Primäre Anlagerate nach der Ausdehnung der Netzhautablösung in Stunden

Abbildung 4.15.: Primäre Anlagerate nach der Art der Ablatio

Abbildung 4.16.: Kreisdiagramm der Verteilung aller Foramina auf die vier Quadranten

Abbildung 4.17.: Primäre Anlagerate nach der Anzahl der Foramina

Abbildung 4.18.: Primäre Anlagerate nach der Art der Plombe

Abbildung 4.19.: Verhältnis der 2,5mm und 2,0mm Plomben zueinander im Zeitverlauf

Abbildung 4.20.: Primäre Anlagerate nach dem Verhältnis von Ablatioausdehnung zu
Plombenlänge

Abbildung 4.21.: Primäre Anlagerate mit und ohne intraokulärer Injektion

Abbildung 4.22.: Primäre Anlagerate nach Schweregraden

Abbildung 4.23.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus in Gruppe 1 (Einfach Fälle)

Abbildung 4.24.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus in Gruppe 2 (Mittelschwere Fälle)

Abbildung 4.25.: Primäre Anlagerate nach Linsenstatus in Gruppe 3 (Komplizierte Fälle)

Abbildung 4.26.: Primäre Anlageraten nach Schweregraden insgesamt und nach Linsenstatus

Abbildung 4.27.: Primäre Anlagerate nach Operateur
Abbildung 4.28.: Sekundäre Anlagerate nach Operateur
Abbildung 4.29.: Intervall bis zur Entwicklung einer Reablatio nach Operateur
Abbildung 4.30.: Entwicklung der Operationsdauer nach Operateur
Abbildung 4.31.: Entwicklung der primären Anlagerate nach Operateur
Abbildung 4.32.: Inzidenz der Reablationes im Zeitverlauf

8.2. Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1.: Therapie bei persistierenden Ablationes
Tabelle 4.2.: Genese der Reablationes
Tabelle 4.3.: Therapie der Reablatio
Tabelle 4.4.: Refraktion
Tabelle 4.5.: Präoperativer PVR-Status und primäre Anlagerate
Tabelle 4.6.: Präoperativer PVR-Status und Reablatioquote
Tabelle 4.7.: Präoperativer PVR-Status und PVR als Ursache der Reablatio
Tabelle 4.10.: Linsenstatus
Tabelle 4.11.: Ausdehnung der Ablatio in Stunden nach präoperativem Makulastatus
Tabelle 4.12.: Ausdehnung der Ablatio in Stunden
Tabelle 4.13.: Foramenart
Tabelle 4.14.: Anzahl der Quadranten mit Foramina
Tabelle 4.15.: Anzahl der Foramina
Tabelle 4.16.: Punktionsart
Tabelle 4.17.: Plombenart
Tabelle 4.18.: Intraokuläre Injektionen
Tabelle 4.19.: Schweregrad der Netzhautablösung
Tabelle 4.20.: Schweregrad der Netzhautablösung nach Linsenstatus
Tabelle 4.21.: Verteilung ausgewählter Einflussfaktoren auf die Operateure
Tabelle 4.22.: Reablatioquote nach Operateur
Tabelle 4.23.: Genese der Reablatio nach Operateur
Tabelle 4.24.: Operationsdauer nach Lokalisierbarkeit des Netzhautdefekts und Operateur

9. Danksagung

Bei Herrn PD Dr. med. C. Haritoglou bedanke ich mich für die Überlassung des Themas dieser Arbeit. Den Herrn PD Dr. med. C. Haritoglou und Herrn Prim. PD Dr. med. S. Priglinger sei vielmals gedankt für die unermüdliche Unterstützung und freundliche Ermutigung während der Entstehung dieser Arbeit. Ihre stetige Bereitschaft, die Ergebnisse und mögliche Zusammenhänge zu diskutieren, hat diese Studie erst ermöglicht. Herrn Dr. rer. nat. M. Schaumberger gilt mein besonderer Dank für die immerwährende Unterstützung bei der Behebung von Computerproblemen sowie für die Einführung in die Statistik mit SPSS 15.0. Mein aufrichtiger Dank gilt außerdem Herrn Dr. med. A. Crispin und Herrn Prof. Dr. rer. nat. H. Müller für die wertvollen Ratschläge bei der statistischen Auswertung. Herrn PD Dr. med. A. Neubauer danke ich herzlich für die Beratung über das Studiendesign in der Anfangsphase dieser Arbeit. Zudem danke ich Herrn H. Kröhn für die großartige Unterstützung bei der Erstellung vieler Graphiken. Ein herzliches Dankeschön gilt allen Mitarbeitern der Augenklinik der Universität München, insbesondere in der Patientenverwaltung und im Archiv, die dazu beigetragen haben, dass ich dieses Thema mit Freuden bearbeiten konnte. An dieser Stelle möchte ich mich bei meiner Familie und allen Freunden bedanken, die mich während des Entstehens dieser Arbeit unterstützt und angespornt haben.